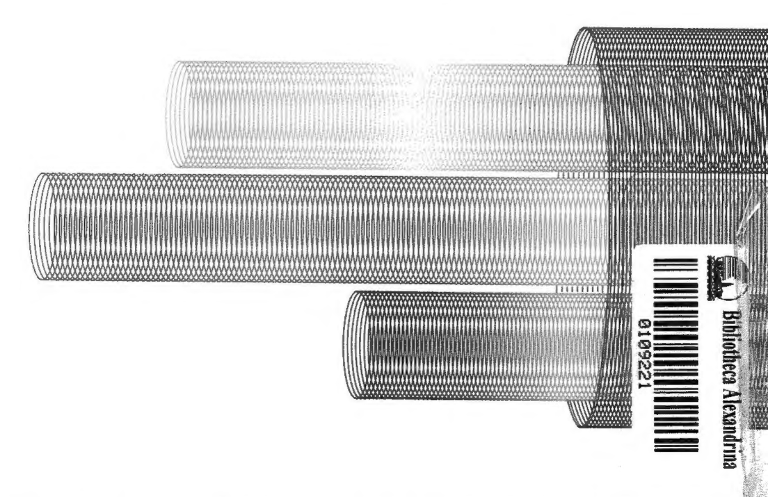
سلسلة الكتاب التقني

تقنيات التمديدات الكهربائية



منشورات الثانوية الفنية، طرابلس - ليبيا

بسم الله الرحمن الرحيم

التمديدات الكهربائية

سلسلة الكتاب التقني

منشورات الثانوية الفنية، طرابلس - ليبيا

الطبعة الأولى 1993

رقم الإيداع بدار الكتب الوطنية، طرابلس
93/1710

سلسلة الكتاب التقني

منشورات الثانوية الفنية طرابلس - ليبيا

سلسلة الكتاب التقني هي سلسلة كتب فنية تقنية تهدف إلى تغطية متطلبات المعاهد والثانويات الفنية في الوطن العربي من الكتب المنهجية في مختلف المجالات التقنية. كما أنها تعتبر مرجعاً تقنياً للعاملين في هذه المجالات تضم هذه السلسلة سبعين كتاباً في المجالات التقنية المختلفة مثل أساسيات العلوم التقنية، تقنيات التبريد وتكييف الهواء، تقنيات المركبات الآلية، تقنيات الكهرباء والإلكترونيات، تقنيات الإنتاج المختلفة.

تم إختيار المادة العلمية لهذه الكتب من أحدث وأشمل المصادر التقنية العالمية. وقام عدد من المتخصصين بتنسيق والتصرف في تحرير هذه المادة لتوافق المستوى الفني المطلوب ولتكون نواة لمكتبة عربية تقنية شاملة

الإشراف العام

محمـــود أحمـــد الرقـيعـي

الدكتور الطاهر رمضان الدالي

مسـعود قـرداحـي

اللجان العلمية

في مجال التطبيقات الحرارية:

الدكتور الطاهر رمضان الدالي

الدكتور محمد الهادي ماشينة

الدكتور محمد محمد ساسي

في مجال التطبيقات الكهربائية والالكترونية:

الدكتور عبد الحميد الطاهر القمودي

الدكتور عبد العزيز الصديق الشريف

في مجال علوم الصناعة وتقنيات الإنتاج:

الدكتور فؤاد بشيرمعتوق

المهندس علي الصويعي البوزيدي

الترجمة والتنفيذ

دار المختار للطباعة والنشر والتوزيع- قبرص

بالأشتراك مع شركة تكنوفيزيون المحدودة - لندن

الإخراج والرسم الالكتروني: ليلى المتنبي، رنا قرداحي

إعداد المادة العلمية والمراجعة تحت إشراف

مكتب الأستشاريون للأعمال الهندسية والتقنية - طرابلس

تمهيد

هذا هو الكتاب الأول في سلسلة كتب تقدم علم «التمديدات الكهربائية»، ويهدف الى تقديم تقنية التمديدات والتركيبات الكهربائية لطلاب الثانويات الفنية والمهندسين والمهتمين بهذه التقنية، بإعطاء مقدمات نظرية مبسطة وفكرة عامة عن المواصفات المتعلقة بالتمديدات الكهربائية.

يحتوي هذا الكتاب على ستة فصول:

الفصل الأول يشتمل على التعريفات والرموز التخطيطية المفيدة.

الفصل الثاني يتناول موضوع الصحة والسلامة في مجال العمل والتعرف على خطوات العمل الآمنة.

الفصل الثالث يهدف إلى تحديد الغرض من وثائق المقاولة والمواصفات والمتغيرات وتنظيم موقع العمل، والحاجة إلى تعبئة الوثائق المتنوعة كتقارير العمل اليومية والمخططات الزمنية ووصف أنواع الرسومات المختلفة.

الفصل الرابع يتعرض إلى المصادر المختلفة لتزويد المستهلك بالكهرباء وترتيبات التأريض ووسائل الحماية لنظم التمديدات الكهربائية المختلفة مع شرح آلية عمل أجهزة الحماية.

الفصل الخامس يتناول عدداً من المتطلبات المتعلقة بالدراسات النهائية، وطرق عزل الدارات الكهربائية، وتصنيف الأنواع المختلفة للمصابيح الشائعة الاستخدام وكيفية تشغيلها، والعوامل ذات العلاقة باختيار المحركات الكهربائية وطرق إقلاعها، كما يتناول بعض التمديدات الخاصة.

اما الفصل السادس فيشرح الطرق الشائعة في التدفئة وتسخين المياه كهربائياً وحسابات أحمالها، كما يستعرض قوانين الاستضاءة والحسابات المتعلقة بها.

يحتوي الكتاب أيضاً في نهاية كل فصل على عدد من التمارين المختارة تمكّن الطالب من قياس درجة استيعابه ذاتياً للمادة، كما يتضمن معجماً للمصطلحات الفنية العربية وآخر للأنكليزية المتعلقة بالموضوع، وذلك لتمكين

تمهيد

الدّارس من متابعة وفهم النشرات الفنية والتقنية المتخصصة في مجال التمديدات الكهربائية.

يعرض الكتاب جميع هذه المواضيع في تسلسل يضمن للقارئ الحصول على المعلومات في سهولة ويسر من خلال الشرح المبسط والأمثلة التوضيحية والصور والرسومات التفصيلية مستعيناً في ذلك ومعتمداً المواصفات الدولية المعروفة.

المحتويات

1- المصطلحات والمفاهيم

2 - الصحة والسلامة

3 - الدراسات الصناعية

4 – التمديدات (1)

5 – التمديدات (2)

المحتويات

1- المصطلحات والمفاهيم

بعد الانتهاء من قراءة هذا الفصل، ستكون قادراً على ان:

- تذكر عدداً من التعريفات ذات العلاقة بالمصطلحات الكهربائية.
- تحدد دلالات ومعاني مجموعة من الاختصارات الكهربائية الشائعة، الى جانب اسماء بعض المؤسسات التي تهتم بمجال الصناعة الكهربائية.
- تلاحظ وتميز بين الرموز ذات العلاقة بالموقع التخطيطي والدارة الكهربائية كما جاءت في لائحة المعايير القياسية البريطانية "BS3939".
- ترسم الرموز المختلفة لانواع الدارات طبقاً للائحة المعايير القياسية البريطانية "BS3939".

يحتاج المتدربون الكهربائيون الى استيعاب المصطلحات الاساسية المستخدمة في مجال عملهم استيعاباً جيداً وسريعاً. ومن الاعتبارات الرئيسة التي جاءت في الموجز المتعلق بالتركيبات والتمديدات الكهربائية المقدمة من قبل مجموعة ستي اند جلدز (City and Guilds)، انه يجب على الطلاب تطوير القدرة على التواصل والاتصال مع الآخرين فيما يتعلق بالامور ذات العلاقة باعمالهم والمهام المناطة بهم. ويمكن تحقيق ذلك على نحو مرضٍ عند استخدام المصطلحات الصحيحة وفهمها فهماً كاملاً.

ومن الملاحظات العامة المتكررة التي تشتمل عليها تقارير اللجان الفاحصة فيما يتعلق بالاداءات الضعيفة للطلاب في الاختبارات، والتي تقدم للكليات والمعاهد المعنية باعداد الطلبة في مجال المهن الكهربائية، كانت "ان نتائج الاختبار دون المستوى

المعياري المتوقع من الكهربائيين". ومن الملاحظات الاخرى ان العديد من الرموز ذات العلاقة بالموقع قد تمّ استخدامها بدلاً من رموز الدارات طبقاً للمعايير البريطانية "BS" الى جانب عدم تمكن الطلبة من الاجابة عن اسئلة شائعة بسبب مقدرتهم المحدودة على الوصف فحسب.

والجدير بالذكر انه يجب على الطلبة ان يمتنعوا بشكل جدي عن استخدام الضمائر الشخصية، كالـ «أنا» وما شابه، خاصة عندما يطلب اليهم تقديم وصف معين. ولا بد من معالجة سوء استعمالهم للمصطلحات. ومن الامثلة على الاخطاء المتكررة في هذا المجال، القول انه تمّ تمديد الاسلاك الكهربائية في المنزل باستخدام اثنين من مصادر التغذية الحلقية الرئيسية، وهنا يجب ان ينتبه الطالب الى انه يصف دارتين نهائيتين حلقيتين. المصادر الحلقية عبارة عن دارات توزيع ابتدائية يصار استخدامها لتغذية المرافق. ومن مواطن الالتباس كذلك المصطلح "حبابة". والحبابة هي جزء من مصباح هو بدوره جزء من جهاز انارة، اذ كان يعرف فيما مضى بتركيبة اضاءة.

كما يحدث احياناً التباس في الالفاظ مثل صندوق وصل وصندوق توصيل المجاري الانبوبية او الصندوقية وبين الميجر (Megger) "جهاز قياس الميجا اوم" وبين الميغا (Mega) ولا نزال نفاجأ بالعديد من الطلبة الذين يعجزون عن التفريق بين مقاومة الناقل ومقاومة العزل.

ان المصطلحات المستخدمة في هذا الفصل موجهة بشكل اساسي الى الجوانب النظرية والتطبيقية العملية ذات العلاقة بالتمديدات والتركيبات الكهربائية. وغني عن القول ان تغطية وتعلم كافة هذه المصطلحات يجب ان يتما في مرحلة لاحقة عند الانخراط في اعمال المقاولات الكهربائية. ونشير بهذا الصدد الى توافر العديد من الكتالوجات والادلة التجارية والنشرات الصادرة عن معاهد المعايير البريطانية في مكتبات المعاهد والكليات. وكمقدمة يفترض ان يطّلع الطالب على الملحق 1 من تعليمات IEE للتمديدات الكهربائية حيث يمكنه العثور على مجموعة من الوثائق المهمة.

تعريفات مفيدة

لاحقة: اداة، فضلاً عن كونها جهازاً يستخدم التيار الكهربائي، فانها تلحق بهذا الجهاز او مع تمديدات تركيبة معينة. وعلى سبيل المثال حامل مصباح، قابس،

1 - المصطلحات والمفاهيم

مفتاح، الخ...، ولكنها ليست محركاً او جهاز انارة.

مهايئ: لاحقة تستخدم لغايات ادخال مأخذ الى مخرج المقبس.

حرارة المحيط: درجة حرارة الهواء او الوسط الذي ستعمل فيه معدات او تجهيزات معينة.

جهاز: الآلات والمعدات والمثبتات التي تستخدم فيها النواقل. ولكنها ليست النواقل بحدّ ذاتها.

جهاز كهربائي: اداة مصممة لتعمل بواسطة الكهرباء ولغرض محدد باستثناء جهاز الانارة او المحرك المستقل.

في المتناول: منطقة قابلة للمس تمتد من اي نقطة على سطح يقف عليه الاشخاص او يتحركون الى حدود ونهايات تصلها الايدي في كل الاتجاهات دون الاستعانة باي شيء او اداة.

حاجز: جزء، الغرض منه منع التماس مع اجزاء حيّة "يمر بها تيار كهربائي".

موثق: توصيل اجزاء معدنية لضمان وجود فرق جهد مشترك.

ازاز: اداة وظيفتها اعطاء تحذير مسموع "جرس".

كبل: ناقل معزول او اكثر (ناقلان معزولان، ثلاثة، الخ..).

دارة: المسار الذي يسلكه التيار الكهربائي لتزويد جهاز او معدات كهربائية بالقدرة او للسماح للتيار المتسرّب بالعودة.

فاصم الدارة: اداة ميكانيكية مصممة لفتح او اغلاق الدارة في ظروف تشغيل طبيعية اعتيادية او غير طبيعية.

ناقل: الجزء الموصل من الكبل او قضيب توزيع او الجزء الفعّال من تجهيز معدني يحمل تياراً كهربائياً.

واصل، موصل: اداة تستخدم لتوصيل الكبلات والبريمات او الشرائط المرنة معاً.

وحدة المستهلك: مجمع لوحة صهيرات ومفتاح رئيسي للتحكم ولحماية دارات المستهلك النهائية. وقد تشتمل مثل هذه الوحدات على ادوات تيار متبقٍ لغايات الحماية ضد الصدمة الكهربائية.

اداة طرفية للمستهلك: نقطة الاصل بالنسبة للتركيبات والتمديدات الكهربائية حيث يتم التزود عندها بالطاقة الداخلة.

ملماس: اداة تحكم بالقدرة تشتمل على وشيعة "ملف" وملامسات تستخدم لغايات فتح واغلاق الدارات الكهربائية.

ميت: عند او حول فرق الجهد الارضي ومنفصل عن اي نظام حيّ "يسري فيه تيار كهربائي".

تيار التصميم: التيار الذي يفترض ان تحمله الدارة في ظروف الخدمة الاعتيادية.

تماس مباشر: اتصال الاشخاص او الاحياء باجزاء حيّة مكهربة قد ينتهي بصدمة كهربائية. والتماس غير المباشر يمكن ان يؤدي الى الصدمة الكهربائية كنتيجة للتعرض لاجزاء ناقلة للتيار واصبحت مكهربة بفعل خلل او عطل معين.

لوحة توزيع: مجمع ادوات ومعدات حماية ضمن اطار او غلاف معين لغايات حماية الدارات النهائية.

عزل مزدوج: وسط عازل يجمع بين العزل الوظيفي والعزل الواقي. والمعدات التي تندرج ضمن الصف II تستخدم هذا النوع من العزل.

مسلك: ممر مقفل يصار الى تشكيله لتمديد الكبلات من خلاله كنظام تمديد مدفون "تحت الارض" في اغلب الاحيان.

الارضي: الكتلة الموصلة من الارض حيث يعتبر فرق الجهد عند اية نقطة فيها مساوياً للصفر.

مسرى "قطب التأريض": عبارة عن ناقل او مجموعة من النواقل على تماس كامل بالكتلة العامة للارض وتؤمن تماساً واتصالاً كهربائياً معها.

معاوقة انشوطة عطل الارضي: المعارضة الكلية لدفق التيار الكهربائي ابتداء وانتهاء بالنقطة التي حدث عندها العطل.

تيار التسرب الارضي: التيار المتدفق الى الارض.

تمديدات متمركزة مؤرضة: نظام تمديدات يتم من خلاله احاطة ناقل معزول او اكثر بشكل كامل وعلى امتداد طوله او اطوالها بلبوس معدني يعمل كناقل من نوع "PEN" اي ناقل يجمع بين وظيفة الناقل المحايد والناقل المتعادل. انظر تعريف ناقل "PEN" لاحقاً.

1 - المصطلحات والمفاهيم

ناقل التأريض: ناقل حماية يوصل مربط التأريض الرئيسي الى مسرى التأريض او الى اية وسيلة تأريض اخرى.

التمديدات والتركيبات الكهربائية: مجمع اجهزة ومعدات كهربائية مهمتها انجاز غرض معين ضمن اطار مرافق المستهلك.

الغلاف: جزء يؤمن درجة من الحماية ضد التماس مع الاجزاء المكهربة والحية.

جزء ناقلي مكشوف: جزء من الجهاز او التجهيز يمكن لمسه ويمكن ان يصبح ناقلاً للتيار في حالة حدوث عطل معين. من الجدير ذكره ان الجزء الذي يصبح ناقلاً للتيار على نحو عرضي لا يمكن اعتباره جزءاً من التمديدات او التركيبات الكهربائية، ولكن هذا لا يلغي انه يضيف فرق جهد "كمون" اي فرق جهد ارضي للنظام.

الدارة النهائية: دارة موصولة مباشرة الى نقاط مآخذ معدات كهربائية.

بريم او شريط مرن: كبل مرن لا تتجاوز مساحة مقطع كل ناقل فيه عن 4 مم^2.

صهيرة: اداة غايتها فتح الدارة بواسطة عنصر صهيري.

سخان كهربائي: جهاز كهربائي مثل السخان المشع او السخان الحملي او حتى السخان المغمور.

المتدرِّب: شخص يشرف عليه اشخاص ماهرون ليصبح قادراً على تجنب الاخطار الناجمة عن الكهرباء.

عزل: مادة مناسبة غير ناقلة تغلف الناقل وتحيط به وتدعمه.

مقياس تكاملي: جهاز قياس مثل جهاز قياس الواط ساعة، يستخدم لتسجيل كمية الطاقة المستهلكة من قبل تركيبة كهربائية.

فصل: قطع أو فصل دارة أو دارات عن مصدر الطاقة الكهربائية. والفاصل هو الاداة المستخدمة لهذا الغرض.

صندوق وصل: صندوق يشكل جزءاً من التمديدات او التركيبات الكهربائية يستخدم لاحتواء الوصلات في نواقل الكبلات.

صندوق المجاري: صندوق يستخدم لغايات توصيل مجريين انبوبيين أو صندوقين أو اكثر.

حي "مكهرب": أي ناقل أو جسم يقال انه حي او مكهرب عندما يكون هنالك فرق جهد بينه وبين الارض.

جهاز انارة: مجموعة انارة تشتمل على كافة الاجزاء المدعمة، المثبتة والحامية للمصابيح بما في ذلك مضابط او مفاتيح التشغيل اللازمة.

محرك: آلة تحول القدرة الكهربائية الى قدرة ميكانيكية ويعمل كعنصر تدوير او إساقة.

مقياس متعدد: جهاز قياس متعدد الاغراض يستخدم لقياس شدة التيار والفلطية والمقاومة وغير ذلك.

مقياس الاوم: جهاز قياس يستخدم لقياس المقاومة كمقاومة ناقل ومقاومة عازل.

عائق: عائق يحول دون تماس غير مقصود مع اجزاء مكهربة ولكن لا يحول دون تلك التماسات المقررة.

تيار فائض: التيار الذي يتجاوز القيمة المقدرة ويمكن ان يكون على شكل زيادة تحميل او قصر دارة وتحدث الحالة الاولى في دارة سليمة كهربائياً، اما الحالة الثانية فتحدث في الدارة نتيجة عطل بين النواقل الحيّة.

ناقل PEN يجمع بين مهمتي الحماية والتعادل.

قابس: اداة الغرض منها التوصيل الى شريط مرن أو الكبلات المرنة.

النقطة "في التمديدة": اي نقطة نهاية لتمديدة ثابتة يتم من خلالها توصيل الجهاز الكهربائي الى المصدر. على سبيل المثال، نقطة مقبس او مأخذ، نقطة اضاءة، الخ.

مقياس معامل القدرة: جهاز قياس لمعامل القدرة لدارة سواء كان معامل القدرة متخلفاً او متقدماً او كان مساوياً لوحدة واحدة اي = 1.

ناقل حماية: ناقل يستخدم لغايات الحماية من الصدمة الكهربائية بما في ذلك النواقل الرابطة للاجهزة ونواقل التأريض.

مقوم: اداة تحويل التيار المتناوب الى تيارمباشر وذلك بالسماح بمرور التيار في اتجاه واحد.

اداة تيار متبق: اداة الغرض منها فتح ملامسات التوصيل عند قيمة معينة تضبط عندها آلية الفصل لتلك الاداة.

منطقة المقاومة "لمسرى التأريض": هي المنطقة او المساحة من الارضي التي يتكوّن فيها

تدرج بالفلطية عندما يكون المسرى "القطب" تحت الاختبار.

الدارة الحلقية النهائية: دارة نهائية يتم ترتيبها وتنظيمها على نحو حلقي توصل الى نقطة واحدة من نقاط المصدر.

شخص ماهر: شخص مؤهل بالمعرفة الفنية او الخبرة العملية الكافية التي تمكنه من تجنب المخاطر التي يمكن ان تتسبب الكهرباء في حدوثها.

العامل الفراغي: النسبة (معبراً عنها كنسبة مئوية) للمجموع الكلي لمساحات المقاطع العرضية للكبلات التي تشكل حزمة الى مساحة المقطع العرضي الداخلي للمجرى الانبوبي او الصندوقي الذي يحتضن تلك الحزمة.

مهمان: تفرع كبل يتم وصله الى دارة حلقية نهائية.

مفتاح: اداة وصل وفصل ميكانيكية للدارة ومفتاح الربط هو ذلك المفتاح الذي يعمل على فصل كافة اقطاب المصدر في ذات اللحظة. والمفتاح الزمني هو المفتاح الذي يشتمل على ساعة توقيت لتشغيل الملامسات الكهربائية. وتتوافر انواع عديدة من المفاتيح الوظيفية كالمخفات الذي يستخدم لضبط مستوى الاضاءة والمفتاح احادي القطب والمفتاح الثنائي الاتجاه والمفتاح الوسيط الذي يستخدم لاغراض عامة متعددة ومفتاح رجل المطافىء الذي يستخدم للتحكم باشارة الفلطية العالية.

مضابط: مجموعة من الاجهزة والمعدات المستخدمة في التحكم بتوزيع الطاقة الكهربائية.

منظومة: المنظومة الكهربائية تشمل مصدراً واحداً للطاقة الكهربائية وتركيبة او تمديدة معينة. ولمثل هذه المنظومة علاقة مباشرة بنوع ترتيبات التأريض المخصصة لها. وتعرف المنظومات الشائعة على النحو التالي:

1- منظومة TN-S التي تستخدم خطاً محايداً منفصلاً وخط تأريض منفصلاً كتسليح ودرع كبل المصدر.

2- منظومة TN - C - S التي تستخدم ناقلاً من نوع PEN ويعرف كناقل حماية وتأريض متعدد.

3- منظومة T-T التي تستخدم عندما يتوجب على المستهلك ان يوفر لتركيبته

مسرى تأريض خاصاً بها كما في بعض الحالات التي يكون فيها مصدر التغذية من كبلات او خطوط هوائية.

منظم حراري: أداة توفر تحكماً اوتوماتياً آلياً بدرجة الحرارة.

محول : أداة ساكنة يتم من خلالها تحويل القدرة الكهربائية من ملف واحد او مجموعة ملفات بالتحريض الكهرومغناطيسي، وذلك لإحداث تغيّر بالفلطية.

مجرى صندوقي: غلاف صندوقي يصنع للكبلات ويعتبر من أكبر أنظمة التمديد شيوعاً واستخداماً في هذه الايام.

الفلطية: مصدر ضغط التغذية الذي يتسبب بسريان التيار. والفلطية الاسمية هي الفلطية المعينة للتمديدات والتركيبات الكهربائية مثل 240 فلط أو 415 فلط، ويوجد في الغالب مديان من الفلطية وهما:

1- فلطية منخفضة جداً لا تتجاوز في الغالب 50 فلط تيار متناوب او 120 فلط تيار مباشر سواء كان ذلك بين النواقل او إلى الارض.

2- فلطية منخفضة تتجاوز عادة الفلطية المنخفضة جداً ولكنها لا تتجاوز 1000 فلط تيار متناوب او 1500 فلط تيار مباشر بين النواقل او 600 فلط تيار متناوب او 900 فلط تيار مباشر بين النواقل والارض.

مقياس الواط: أداة قياس القدرة الكهربائية.

1 - المصطلحات والمفاهيم

الجدول (1-1) - اختصارات شائعة

المصطلح/ الاختصار	المعنى/الدلالة
a.c	تيار متناوب (ت.م)
c.p.c	ناقل حماية الدارة (ن ح د)
c.t	محوّل تيار (م. ت)
d.c	تيار مباشر (ت. م)
h.b.c	سعة فصل عالية (س. ف. ع)
h.o.f.r	معوّق ومقاوم لهب حراري/زيتي (م.م.ل.ح)
m.i.m.s	غلاف فلزي معزول معدنياً (غ.ف.م.م)
p.c.p	مطاط صناعي متعدد الكلورة (م.ص.م.ك)
p.i.l.c.s.a	درع فولاذي معزول ورقياً ومغطى بالرصاص (د.ف.م.و.م.ر)
p.m.e	حماية متعدد التأريض (ح.م.ت)
r.c.d	اداة تيار متبق (أ. ت. م)
x:l.p.e	مادة عازلة بلاستيكية متصلة تقاطعياً (م.ع.ب م ت)
PE	حماية مأرض (ح أ)
PVC	كلوريد البلفينيل "مادة بلاستيكية عازلة" (ك.ب.ف)
SP	احادي القطب (أ.ق)
SPN	احادي القطب ومتعادل (أ.ق م)
TP	ثلاثي الاقطاب (ث. ق)
TPN	ثلاثي الاقطاب ومتعادل (ث.ق.م)
P	طور (ط)
L	خط (خ)
N	محايد (م)
PEN	حماية مأرض محايد (ح. أ. م)
PN	حماية محايد (ح. م)

الجدول (2-1) – قطبية النواقل

كبلات غير مرنة او نواقل معراة لتمديدات ثابتة

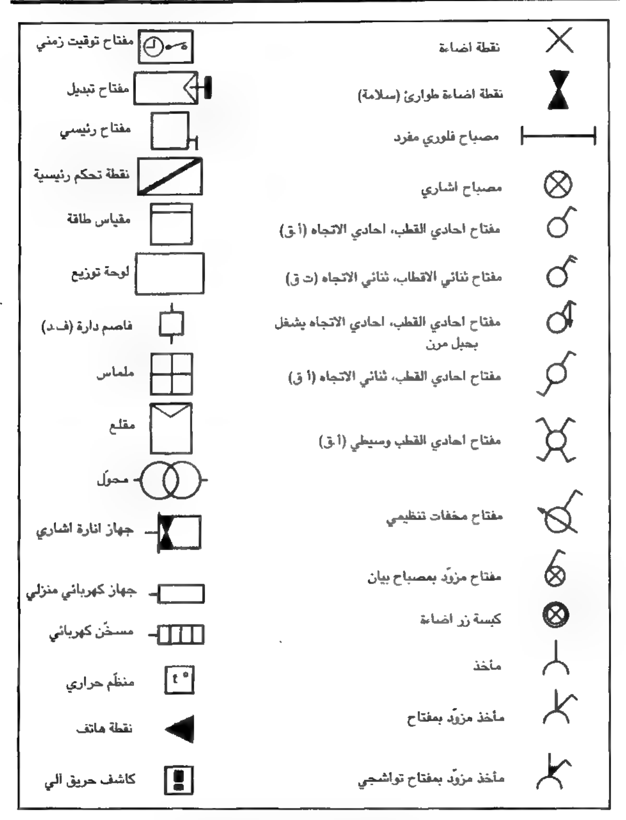
اسم الناقل	الدلالة اللونية
3- اطوار، 4- اسلاك، دارات تيار متناوب	
طور R (L1)	احمر
طور Y (L2)	اصفر
طور B (L3)	ازرق
متعادل 'محايد	اسود
الحماية	اخضر/اصفر
2- سلكان، دارات تيار مباشر	
الموجب (+)	احمر
السالب (−)	اسود
الحماية	اخضر/اصفر

بريمات وكبلات مرنة

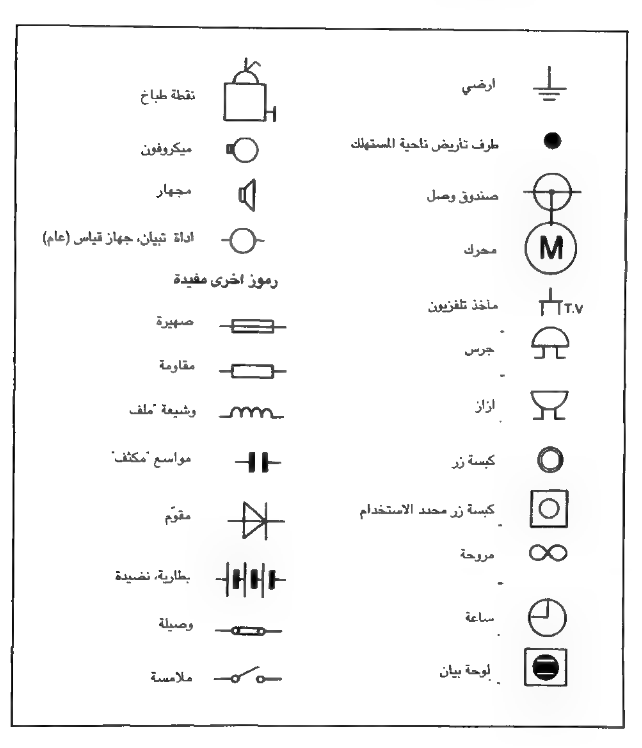
اسم الناقل	الدلالة اللونية
3- اطوار، 4- اسلاك، دارات تيار متناوب .	
الاطوار R/Y/B	بني
المحايد	ازرق
الحماية	اخضر/اصفر
1- طور، 2- سلكان، دارات تيار متناوب :	
الطور	احمر
المحايد	اسود
الحماية	اخضر/اصفر
3- اسلاك، دارات تيار مباشر	
الموجب (+)	احمر
السالب (−)	ازرق
الوسطي	اسود
الحماية	اخضر/اصفر
1- طور، 2- سلكان، دارات تيار متناوب :	
الطور	بني
المحايد	ازرق
الحماية	اخضر/اصفر

الرموز الرسمية (التخطيطية)

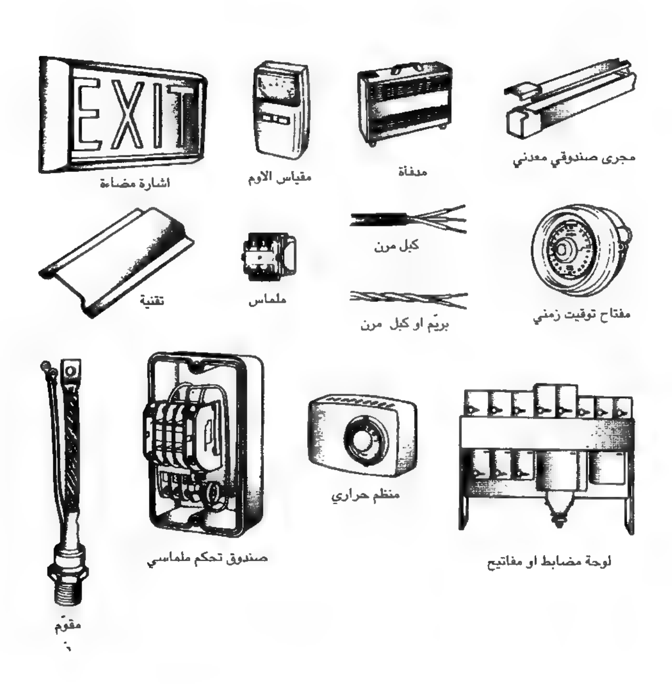
وفيما يلي الرموز التخطيطية للرسومات المعمارية وللتمديدات كما جاءت في المواصفات القياسية البريطانية "BS3939" .



الشكل (1-1) – الرموز التخطيطية للرسومات المعمارية وللتمديدات كما جاءت في المواصفات القياسية البريطانية "BS3939".



تابع – الشكل (1-1) – الرموز التخطيطية للرسومات المعمارية وللتمديدات



الشكل 1-2 (أ) – مكونات كهربائية



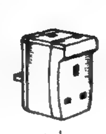
فاصم دارة منمنم
(م.د.ف)



قابس



مأخذ مزوّد بمفتاح



مهايئ

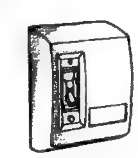
علبة وصل



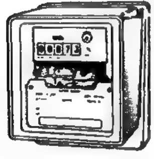
مقياس متعدد الاغراض



صندوق وصلات



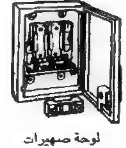
فاصم دارة تسرب ارضي
(ف.د.ت.أ)



مقياس طاقة



موصل



لوحة صهيرات

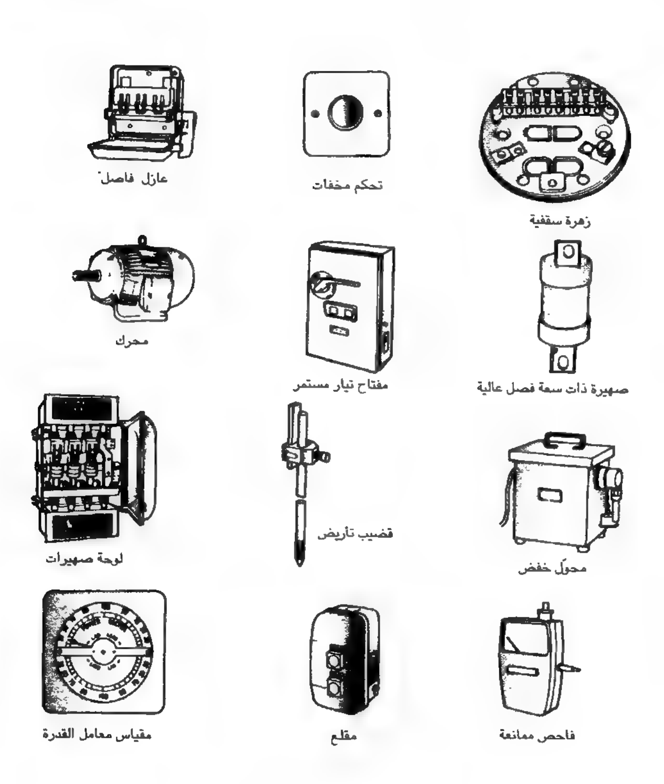


وحدة مستهلك



ازاز

الشكل 1- 2 (ب) - مكونات كهربائية

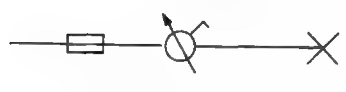


الشكل 1- 2 (ج) – مكونات كهربائية

التمرين 1

يبين الشكل (1-2) عدداً من الادوات الكهربائية المختلفة، اشرح الاستخدامات العملية لعشر منها تتعلق بتركيبة تمديدات، على سبيل المثال يمكن ملاحظة فاصم دارة منمنم في لوحة توزيع حيث يستخدم لحماية الدارة ضد فرط التيار.

2- يبين الشكل (1-3) مخططاً توضيحياً يبين نقطة اضاءة نموذجية يتم التحكم بها بواسطة مخفات وحمايتها بواسطة صهيرة. ارسم مخططات توضيحية مماثلة لكل من الدارات التالية:



الشكل (1-3) – دارة اضاءة.

أ– نقطة اضاءة يتم التحكم بها عن طريق مفتاح ثنائي الاتجاه.

ب– نقطة اضاءة يتم التحكم بها عن طريق مفتاح ثنائي الاتجاه ومفتاح وسيطي.

ج– ستة مآخذ مزودة بمفاتيح 13 (أ) حسب المواصفة BS1363 مسلكة على شكل دارة نهاية قطرية.

د– مسخن كهربائي يتم التحكم به عن طريق منظم حراري مسلك من خلال مفتاح مزدوج الاقطاب.

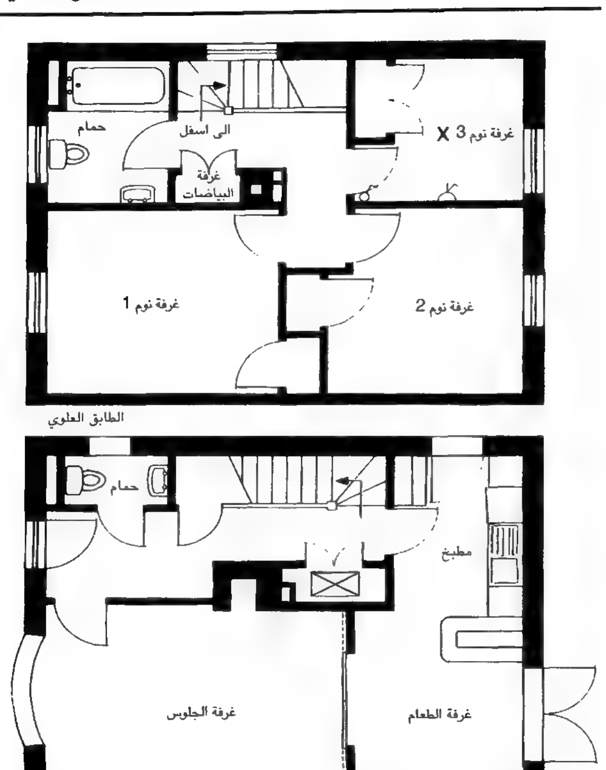
3- اشرح الكلمات التالية:

أ – دارة مفتوحة. ب – دارة مغلقة. ج – دارة مقصورة. د – قطبية الناقل. هـ– مقاومة الناقل. و – مقاومة العازل. ز – عامل المصهر. ح – العامل الفراغي. ط – الاستمرارية. ي – التشغيل الطارئ.

4- اشرح مستعيناً بالرسم آلية عمل اداة التيار المتبقي.

5– يبين الشكل (1-4) منزلاً مكوّناً من ثلاث غرف نوم. ادخل في كل منها الرموز التخطيطية طبقاً للمواصفة BS3939 لتمديدات كل من دارتي الاضاءة والقدرة الصغيرة. استخدم الواناً مختلفة للتمييز بين الدارتين.

6- بالرجوع الى تعليمات وانظمة IEE للتمديدات ، اكتب الحروف والاشارات الدالة لكل من المصطلحات التالية.



الشكل (1-4) – منظور تخطيطي لنظام ثلاث غرف نوم.

على سبيل المثال: يختصر تيار التصميم كما يلي ($ت_{تص}$).

أ– الفلطية الاسمية للارض.

ب– تيار قصر الدارة المتوقع.

ج– السعة الحملية للتيار.

د– تيار التشغيل الفعلي لأداة تيار زائد.

هـ– معامل تصحيح المجموعة.

و– ممانعة انشوطة العطل الارضي.

ز– مقاومة ناقل الطور.

ح– مساحة المقطع العرضي لناقل الحماية.

ط– التيار الاسمي لأداة حماية الدارة.

ي– مقاومة ناقل الحماية.

7- بالرجوع الى تعليمات وانظمة IEE للتمديدات، التسجيل (2-433) ملاحظة "1"، ما المقصود بالعبارة التالية: ($ت_{تص} \geq ت_{ا} \geq ت_{ط}$)؟

$ت_{تص}$: تيار التصميم، $ت_{ا}$: تيار اسمي، $ت_{ط}$: تيار الدارة.

8- فرّق بين المصطلحات التالية:

أ– لوحة صهيرات ومفتاح مزود بصهيرة.

ب– صندوق وصلات وصندوق وصل.

ج– مولد ومحرك.

د– مقياس الواط ومقياس الطاقة.

هـ– أ. ت. م (ف. د. م)

و– تيار فرط التحميل وتيار قصر الدارة.

ز– تماس مباشر وتماس غير مباشر.

ح– نظام التأريض TN-S ونظام التأريض TN-C-S.

ط– معدات صف I ومعدات صف II

ي- دارة مصنف 1 ودارة مصنف 2.

9- باستخدام الرموز التخطيطية للتمديدات طبقاً للمواصفة BS3939، وضح تسلسل التحكم والحماية لتمديدات كهربائية منزلية وذلك بالرسم التخطيطي.

10- ارسم كروكياً للعناصر الكهربائية التالية المتصلة بنظام التمديد بالمجاري الانبوبية المعدنية.

أ- جلبة نحاسية ذكر.

ب- كلاّب مسافي.

ج- صندوق تفريع T دائري.

د- مخفَض.

2- الصحة والسلامة

بعد الانتهاء من قراءة هذا الفصل، ستكون قادراً على ان:

- توضح بايجاز مجال وغرض كل مما يلي:

أ - الصحة والسلامة في العمل، الخ. قانون 1974.

ب - التعليمات الكهربائية الخاصة (قانون المصانع) (1908 و1944).

ج - تعليمات IEE للتمديدات لعام 1981.

- تتعرف على بعض المهام التي انيطت بالمستخدِمين والمستخدَمين حسب قانون الصحة والسلامة.
- تتعرف على بعض الخطوات المتعلقة باجراءات العمل الآمنة وتعبئة استمارة الحادث.
- تحدد الخطوات الصحيحة لمعالجة الصدمة الكهربائية وتتعرف الى كيفية معالجة الجروح والحروق.
- تحدد نوعية طفاية الحريق الملائمة للإستخدام في إطفاء الحرائق الكهربائية.

من الوثائق الهامة التي يفترض في الطلبة الكهربائيين ان يطّلعوا عليها تلك الوثائق المتعلقة بالقانونين او التشريعين اللذين اهتما وبحثا بامور الصحة والسلامة وهما:

أ- الصحة والسلامة في العمل (قانون لعام 1974).

ب- التعليمات الكهربائية الخاصة (قانون المصانع) (1908-1944).

لقد تمّ اصدار قانون الصحة والسلامة نتيجة للتوصيات والمقترحات التي قدمتها هيئة خاصة عام 1970 والتي بحثت بشمولية موضوع الصحة والسلامة في العمل،

وخلصت الى ان الاهمال او عدم المبالاة هما السببان الرئيسيان للحوادث. وقد غطى القانون كافة الاشخاص في العمل سواء كانوا مستخدَمين او مستخدِمين او اصحاب عمل. ان الغرض من القانون هو حفز وتشجيع المعنيين على تطوير ظروف عمل تسودها ظروف قياسية عالية في ما يتعلق بالصحة والسلامة لكافة الاشخاص في العمل وغيرهم من الناس المتوقع تأثرهم بانشطة العمل ذاته.

وفقاً للقانون تأسست منشأتان او هيئتان تعاونيتان هما: هيئة الصحة والسلامة (HSC)، والمجلس التنفيذي للصحة والسلامة (HSE). تعنى الهيئة بالهدف العام للقانون كاقتراح تعليمات وانظمة جديدة او اعداد اصول للعمل، في حين يعنى المجلس التنفيذي بتطبيق القانون وتوفير مساعدة استشارية لكل من المستخدَمين والمستخدِمين. وتمتلك الهيئة سلطة نظامية وقانونية على المستخدِمين يضطرون بموجبها على توفير وضمان ظروف عمل آمنة وسليمة.

واذا ما اكتشف مفتش الصحة والسلامة اية اختراقات للقانون، فبمقدوره الدخول الى ممتلكات صاحب العمل وجمع الادلة وتحرير الملاحظات التي من شأنها ادخال التحسينات اللازمة، او وقف ومنع الاختراقات موضع الاهتمام. وللمفتش صلاحية استيلاء او تدمير المواد والسلع التي يعتبرها مصدراً للخطورة، ويمكنها ان تؤدي الى حدوث اصابات بالافراد. كما نص القانون على مجموعة من العقوبات الجزائية لاولئك الذين لا يوفرون المتطلبات اللازمة لظروف عمل آمنة او لا يؤدون المهام الواردة في التعليمات والانظمة التي نص عليها القانون. ومن المهام والمسؤوليات المترتبة على اصحاب العمل:

"توفير وصيانة المرفق وانظمة عمل تكون آمنة ولا تشكل خطراً على الصحة على قدر الامكان".

(المادة 2.(2) أ)

"توفير المعلومات والارشادات والتدريب والاشراف اللازم والضروري لضمان صحة وسلامة مستخدميه في العمل على قدر الامكان".

(المادة 2.(2) ج)

"ضمان وتوفير بيئة عمل آمنة لا تشكل خطراً على الصحة وملائمة من حيث توافر التسهيلات والترتيبات التي من شأنها تأمين السلامة وبدون مخاطر على الصحة،

ومناسبة من حيث سهولة وتيسير الترتيبات لرفاهية المستخدَمين وذلك على قدر الامكان".

(المادة 2.(2) هـ)

على المستخدَمين واجبات لا بدّ لهم من اتمامها، ومن بينها صحة وسلامة انفسهم واشخاص آخرين قد يتأثرون باعمالهم او اخطائهم في العمل. والحاجة اليهم للتعاون مع صاحب العمل او غيره من الاشخاص المعنيين مهمة واساسية لضمان امكانية تطبيق الانظمة والتشريعات ذات العلاقة بالصحة والسلامة.

من الواضح ان القانون يطالب كل من المستخدم وصاحب العمل ابداء الاهتمام والعناية الكافيين بامور الصحة والسلامة كما ويطالب صاحب العمل بوضع سياسة مكتوبة تتعلق بالصحة والسلامة في العمل على شكل اعلان والتزام منه بتوفير افضل ظروف عمل آمنة ومناسبة تستلزم دعم وتعاون مستخدميه.

تشتمل التعليمات الكهربائية الخاصة (قانون المصانع) على المتطلبات الاساسية التي من شأنها ان تضمن استخداماً آمناً للطاقة الكهربائية في المصانع. والتعليمات الخاصة بالمقاول الكهربائي تجدها مسجلة في البند (13-1) بما في ذلك البنود (21 ,28 ,29) والبعض منها سيصار الى مناقشته الآن. اما المتطلبات الاخرى فمبينة في الملحق رقم 1.

تضع المادة الاولى من التعليمات مسؤولية عامة على مشغل المصنع بما يتعلق بسلامة وامن الممتلكات الخاصة بالعمل. وتنص هذه المادة على ما يلي:

"يجب ان تكون كافة الاجهزة والنواقل مناسبة من حيث الحجم والسعة الحملية والقدرة اللازمة لانجاز العمل، ويجب ان تبنى وتركب وتتم حمايتها وتشغيلها وصيانتها على نحو يمنع حدوث المخاطر بالقدر الممكن عملياً.

وهذا يعني انه يجب اختيار وتركيب كافة الاجهزة والنواقل بعناية الى جانب وجوب صيانتها من قبل طاقم صيانة كفوء. كما يجب ان تكون الاجهزة قادرة على تحمل التأثيرات والمؤثرات الكهرحرارية والكهرمغناطيسية لاي قصر دارة ممكن حدوثه. الى جانب ذلك يجب ان تصمم تلك الاجهزة حسب المواصفات والمقاييس الرسمية او ما يكافئها من المواصفات والمقاييس الاخرى، وان يتم بناؤها على نحو آمن وفي ضوء الظروف التي ستعمل فيها.

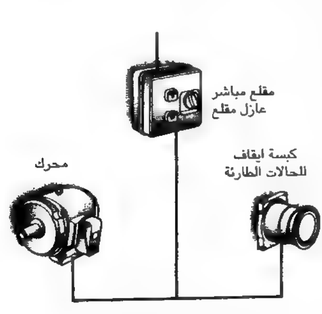
من الامور الاساسية الاخرى ضمان صيانة دورية للمضابط الكهربائية وغيرها من المعدات الكهربائية. وتجدر الملاحظة هنا الى ان مسؤولية اية حوادث قد تقع على عاتق العمال فيتحملون تبعاتها كافة اذا ما اخفقوا في استخدام معدات السلامة المتوافرة.

مادة اخرى من التعليمات على جانب كبير من الاهمية هي المتعلقة بالمحركات حيث تنص هذه المادة وهي المادة المسجلة تحت رقم 12 على ما يلي:

"يجب التحكم بكل محرك كهربائي بواسطة مفتاح او مفاتيح فعالة لغايات الاقلاع والايقاف كما يجب تركيبها على نحو يسهل من خلاله تشغيلها من قبل الشخص المسؤول عن المحرك".

في الاماكن التي يتم فيها تشغيل وادارة آلات بواسطة المحركات الكهربائية يجب ان يتم توفير وسائل لتشغيل او ايقاف تلك الآلات عند الحاجة لمنع المخاطر.

وفقاً لهذه المادة من التعليمات إذا لم يكن المفتاح المستعمل لكلا العمليتين (الإيقاف والإقلاع) مناسبا وفعالا، فإنه يجب توفير مفتاح فعال لكل عملية على حدة. والمفتاح المشار اليه في الجزء الاول من هذه المادة يجب ان يكون على جهوزية تامة، ويمكن الوصول اليه لاستخدامه دونما تأخير خاصة في الحالات الطارئة. بعبارات اخرى، يجب ان تكون الوسائل التشغيلية قريبة من الآلة كي يتم توصيل مفتاح على التوالي مع المفتاح الرئيسي ومثال على ذلك مفاتيح الكباسات للتوقيف تنظم وترتب على نحو يمكن من خلاله تشغيل المفتاح الرئيسي آلياً لايقاف المحرك. كما يجب الرجوع الى تعليمات IEE للتمديدات - المقاطع 463 و476 الى جانب المواد (14-15) و(552-4).



الشكل (2-1) - التحكّم بمحرك يوضح كبسة ايقاف في الحالات الطارئة.

يبين الشكل (2-1) الترتيبة العامة للتحكم بمحرك كهربائي حيث يتم التحكم بتشغيل الآلة من قبل عدة مشغلين ومن نقاط متعددة. واذا ما اريد

2 - الصحة والسلامة

تجنب حدوث مخاطر، يجب ان يتم تزويد كل نقطة او محطة تشغيل بوسيلة ايقاف. عندما يتم ايقاف المحرك والآلة التي يديرها، يجب توفير وسائل تمنع وقوع حوادث نتيجة للتشغيل العارض اثناء انشغال بعض العمال في العمل على ذلك المحرك او تلك الآلة كاعمال التنظيف والصيانة، وبهذا الصدد انظر التعليمات المشار اليها في المواد 537-8 الى 537-11 من تعليمات IEE.

تناولت المادة (29) موضوع الاسعافات الاولية حيث نصت على ما يلي:

"يجب ان تثبت تعليمات خاصة بالتعامل مع الصدمة الكهربائية حيثما كان هنالك توليد للطاقة الكهربائية او تحويل او استخدام على فلطيات فوق المستوى المنخفض وحيثما تمّ توليد للطاقة الكهربائية او تحويل او استخدام على فلطيات منخفضة في ضوء تعليمات او توجيهات محافظ المنطقة".

وهنا يجدر بنا تقديم تعليمات IEE للتمديدات (الطبعة 15) لعام 1981. مع ان هذه الوثيقة ليست وثيقة قانونية او نظامية، الاّ انها تراعى من قبل صناعة المعدات الكهربائية كاطار للتصميم والتركيب والتحقق لمعظم التركيبات والتمديدات الكهربائية. وقد تمّ ادخال العديد من التنقيحات على تلك التعليمات منذ العام 1981، وقد استندت الى خطة دولية تنظم قواعد السلامة. ان تصميمها والغرض منها ما كانا الاّ لتوفير السلامة خاصة في ما يتعلق بالحرائق والصدمة الكهربائية والحروق والجروح الناتجة عن حركة الاجزاء الميكانيكية (المدارة كهربائياً) او التشغيل الكهربائي للمعدات. راجع البند (12-1). والبند (12-2) ينص على:

"تؤخذ هذه التعليمات بمجملها عند الإشارة اليها في أي عقد. وليس المقصود منها أن تعتبر بديلا عن المواصفات التفصيلية أو أن تعطي التعليمات للأشخاص المتمرنين او ان تستخدم بمثابة مرجع عام".

لقد تمّ استعراض المتطلبات الاساسية للسلامة وشرحها في الفصل الثالث عشر حيث تلحظ (20) من التعليمات ذات العلاقة بالسلامة والتي لا تنسجم فقط مع الوثيقة الكهربائية الآنفة الذكر ولكنها تنسجم كذلك مع تعليمات التزويد بالكهرباء لعام 1937.

اشتملت تعليمات IEE للتمديدات الكهربائية على ستة اجزاء. ومن السهولة بمكان العثور على متطلب معين حيث ان الرقم الاول سيكون 1، 2، 3، 4، 5 او 6 واذا كان هنالك رقمان فذلك يدل على الفصل ومثال ذلك (31)، هذا يعني ان هذا الفصل سيكون

في الجزء الثالث والرقم التالي يشير الى الفقرة في الفصل (31)، مثال ذلك (311) والارقام التالية تشير الى رقم التعليمات، مثال (311-2). سيلاحظ كذلك:

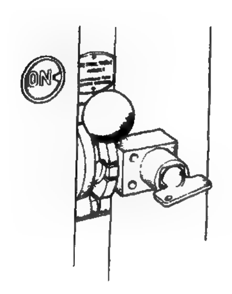
ان تعليمات IEE تشتمل على 17 ملحقاً يجب ان تستخدم جنباً الى جنب مع التعليمات المنصوص عليها في كل فصل. وهنالك كثير من الاشارات المرجعية، وينصح الطلبة بان يتعودوا على التعامل مع التعليمات ويفهموها في كل جزء الى جانب استخدام دليل الحروف كمفتاح مرجعي لموضوع محدد.

لنأخذ السلامة بشيء من التفصيل. يعتبر الجزء 4 من التعليمات من الاجزاء المناسبة التي تتعامل مع موضوع محدد على مدار عدة فصول والفصل (41) على جانب كبير من الاهمية حيث يفضي الى المعايير ذات العلاقة بالحماية ضد الصدمة الكهربائية سواء من خلال التماس المباشر او غير المباشر. وهذان الفصلان على جانب من الاهمية ويشكلان الاساس الذي استند اليه عند كتابة تعليمات IEE الخاصة بالتمديدات .

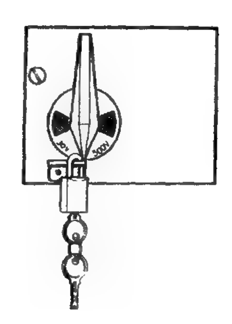
خطوات العمل الآمنة

نصت مواد وتعليمات قانون المصانع بوضوح على ان مسؤولية سلامة الافراد العاملين على الاجهزة الكهربائية او بقربها تقع بشكل اساسي على مشغل المكان والمرافق التي تمّ فيها تركيب الاجهزة، وعليه التأكد من ان كافة الاعمال والمهام يصار الى انجازها على نحو آمن، وبمراعاة واتخاذ كافة الاحتياطات اللازمة. ولتقليل المخاطر المترتبة على الحوادث ما امكن وبخاصة عند العمل على معدات الفلطية العالية او حتى بقربها فمن الضروري عندئذ استصدار «امر العمل» الذي تحرص الجهات المعنية على تصميم نموذج له يشكل بدوره وثيقة مكتوبة وموقعة من قبل مسؤول مفوّض.

يفترض وقبل المباشرة باي عمل على اجهزة ومعدات كهربائية تكون عادة مكهربة التأكد من انه قد تمّ ايقافها وعزلها عن المصدر بحيث تصبح ميتة غير مكهربة من اية نواقل حية الى جانب التأكد من انه قد تمّ تأريضها ويجب اقفال الفاصل على وضعية الايقاف كما هو مبين في الشكل (2-2) وبنفس الاسلوب يمكن فصل وعزل المضابط كما هو مبين في الشكل (2-3)، ويجب ان يتم حفظ المفاتيح الخاصة بهذا الغرض من قبل الشخص المفوّض والمسؤول عن العمل. كما ومن الاهمية بمكان وضع الاشارات التحذيرية المناسبة، مثل: انتبه خطر، وتكتب بخط مميز.



الشكل (2-3) - قفل احد المضابط باستخدام واشج برجي.



الشكل (2-2) - اسلوب قفل الفاصل.

يجب وضع مثل هذه الاشارات التحذيرية على المعدات والاجهزة الاخرى في مكان بارز ظاهر بحيث يمكن مشاهدتها بوضوح. عمليا، توضع اشارات الخطر عند الاجهزة والمعدات الحية المكهربة بحيث تلفت الانتباه الى وجود خطر. والاشارات التحذيرية يتم وضعها عند المعدات لتحذر من التداخلات التشغيلية غير المنسقة. من المهم جداً للشخص الذي يحرر اوامر العمل ان يتأكد من ان العمال الذين سينجزون العمل على دراية تامة بحيثيات العمل واحتياطات واجراءات الامن والسلامة. ان كهربة او اعادة كهربة الاجهزة والمعدات الكهربائية او عزلها وفصلها استناداً الى اشارات رمزية او تفاهم مسبق بين الجهات ذات العلاقة وفي ضوء افتراضات مبنية هي وفق العادة والتقليد من الامور الواجب منعها وتجنبها.

حيثما لزم العمل على اجهزة ومعدات مكهربة، يجب اتخاذ كافة الاحتياطات اللازمة لتجنب حدوث الصدمة الكهربائية حيث يلزم ارتداء ملابس الوقاية الشخصية الاساسية كالاحذية المطاطية المعزولة. ويجب استخدام العدد والادوات المعزولة التي يجب تفقدها والتأكد من سلامة عازليتها على الدوام. ومن الامور الاخرى الواجب اخذها بعين الاعتبار التدقيق على العدد والادوات كافة بعد استخدامها.

في ما يتعلق بتناول المواد ورفعها فقد بينت الدراسات والتقارير ان عدة آلاف من الحوادث تعود الى سوء تناول ورفع المواد وتداولها، على الرغم من ان الفقرة (1-72) من قانون المصانع لعام 1961 تنص على عدم جواز استخدام شخص ما لرفع او حمل او تحريك اي حمل على نحو قد يتسبب بالأصابة. يبدو ان السبب يرجع في كثير من الأحيان الى الأفتقار الى المعرفة والتدريب الكافي على كيفية التعامل مع الاحمال بالشكل الصحيح. اذا ما طلب اليك رفع او تناول مادة معينة او حمل معين يجدر بك الانتباه وبشكل خاص الى النقاط التالية:

1- قدر حجم العمل اولاً. فعلى سبيل المثال، هل يحتاج العمل ان تطلب مساعدة ؟ هل ارضية المكان منزلقة ؟ اي تحتوي على مواد تسبب الانزلاق ؟ هل من معيقات في الطريق ؟ هل توجد هنالك حواف حادة يمكن ان تتسبب باصابة او جروح ؟ هل يتطلب الامر ملابس واقية ؟

2- يتطلب رفع جسم ثقيل نسبياً عن الارض مهارة كافية ومقدرة على الرفع بطريقة صحيحة. وتتلخص الطريقة بان تحني ركبتيك وتجلس القرفصاء بجانب الحمل. استجمع قواك بقبضة قوية ومع كون الكوعين مثنيين الى الداخل والرأس والظهر على شكل مستقيم ما امكن، ارفع الحمل بالضغط على ركبتيك وباستخدام ثقل



الشكل (2-4) – رفع حمل عن الارض على نحو صحيح.

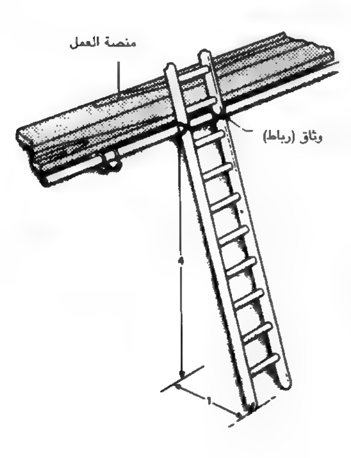
جسمك للمساعدة في رفع الحمل كما هو مبين في الشكل (2-4).

3- تجنب ارتداء الخواتم والساعة المعصمية او اية ملابس سائبة كربطة عنق او وشاح حيث يمكن ان تشكل مثل هذه العناصر حاجزاً ما بينك وبين الحمل.

4- اذا كنت بصدد تناول مواد شحمية او زيتية ارتد ملابس الوقاية واستخدم مرهماً ملطفاً كي تدلك يديك به بحيث يشكل طبقة عازلةً تقي يديك وتحفظهما سليمتين.

5- في حال عدم توافر بكرات واحبال لرفع الحمل، استعن بزملائك في العمل. حاولوا ان تحملوا الاحمال المربكة غير المنتظمة بالتساوي متنبهين لئلا تعلق ايديكم او ارجلكم. وتذكر انه اكثر اماناً ان تضع الاحمال الثقيلة على دعامات صلبة.

6- عند حملك للسلم كن حذراً وبخاصة عند تجوالك في الممرات واقترابك من الداخل، حافظ على مقدمة السلم مرفوعة الى الاعلى حتى لا تصدم احداً امامك وكن حذراً باقصى ما تستطيع عند حملك لسلم معدني قرب كبلات الخطوط الهوائية. يفترض بك ان تحرص دائماً على اختيار السلم المناسب للعمل من حيث الطول. وعند نصب السلم انصبه في ضوء قاعدة (1:4) واترك مسافة 1 م من قمة السلم دون استخدام. اذا زاد طول السلم عن 7.6 م يستلزم الامر ربطه بوثاق معين (حبل على سبيل المثال) الى دعامة لمنعه من الانزلاق. انظر الشكل (2-5).



الشكل (2-5) - النصب السليم للسلم.

من الامور الهامة التي تستحق الاخذ بعين الاعتبار في هذه المرحلة الاستخدام الآمن للعدد اليدوية والآلية وتفقدها. فالكهربائي في هذه الايام يستخدم العديد من العدد والادوات التي تتطلب كشفاً دورياً لضمان معايير ادائية عالية. تصمم غالبية العدد اليدوية لاداء غرض معين. وعليه يجب بذل كل العناية اللازمة في مجال اختيار العدد والادوات المناسبة للعمل. من النصائح المفيدة في هذا المجال ما يلي:

1- عند استخدام مفاتيح الربط تأكد من اختيار المفتاح بالمقاس المناسب وحاول ان لا تبعده كثيراً عن جسمك. حافظ عليه من ان تطاله الزيوت او الشحوم ولا تستخدمه كعتلة او "مخل".

2- عند استخدامك للشاكوش (المطرقة)، تجنب استخدام ذراعه كعتلة او مطرقة، واستبدل يده اذا ما تعرضت للتشققات والتآكل، وتأكد من سلامة واحكام تثبيت رأس المطرقة مع الذراع واحرص على اختيار الشاكوش المناسب واستخدم واقي العيون اذا اقتضى الامر.

3- عند استخدامك للزراديات اختر النوع والمقاس المناسبين للعمل بعناية وحاذر من التحرير المفاجئ للزرادية حيث يمكن ان تطال اصابعك وتؤذيها وتأكد من ان حواف القطع للزرادية حادة على الدوام او استبدلها اذا كانت بخلاف ذلك. لا تنس ان تتفقد الزراديات المعزولة بانتظام.

4- في حال استخدامك للمفكات اختر المقاس المناسب للعمل حيث يجب ان تناسب شفرة المفك مجرى البرغي ولا يجب ان تكون اعرض من مقدمة المفك نفسه، حاذر دائماً واحرص على تجنيب المفك الزيوت والشحوم الى جانب الحذر من الحواف الحادة والشفرات غير المنتظمة والمشوهة. لا تطرق المفك بشاكوش ولا تستخدمه كعتلة، وتذكر وجوب استخدام واقي العيون عند جلخ شفرة المفك.

5- عند استخدامك لعتلة او رافعة اومخل او حتى مرفاع نقال احذر حبس قدميك ويديك خاصة اذا ما اقتضى الامر استخدام مراديس. حاذر الانهيارات المفاجئة لاي جزء معرض للاجهاد عند استخدام المرفاع النقال حيث يفضل تدعيمه كلما لزم الامر. ويفترض ان يتم وضع الدعامات بعناية والتأكد من كفايتها لاسناد الحمل. وتأكد كذلك من فعالية بكرة الرفع وحاذر الاجسام المنزلقة. وينصح هنا بارتداء حذاء السلامة.

6- عند استخدامك للمبارد والازاميل، احرص على اختيار المناسب منها للعمل وتجنب استخدام المبرد بدون مقبضة ولا تستخدمه كعتلة او كمحراك طلاء. تجنب تشكل الفطريات على رأس الازميل وتفقد مقبضه بانتظام. واحرص على ان يكون اتجاه استخدامه بعيداً عن جسمك واحفظه حاداً.

7- عند استخدامك للمناشير وغيرها من العدد التي تشتمل على شفرات او نصلات، احرص على تفقدها باستمرار من حيث الشحذ والاسنان وتأكد من تأمين النصلات والشفرات الى مماسكها ولا تستخدمها خارج اطرها. احفظها بعيداً عن الرطوبة والصدأ وارجعها الى الصناديق المخصصة لها.

تزدحم الاسواق بانواع مختلفة من العدد الآلية والعديد منها يزود بملحقات اضافية لتوسيع مجال استخدامها. يقع العديد من الحوادث بسبب الاستخدام الخاطئ لتلك العدد وكنتيجة لتدني مستوى الخدمة والصيانة التي تقدم اليها من قبل مختصين بهذا المجال. ويمكن ايجاز جملة احتياطات واعتبارات السلامة في مجال استخدام العدد الآلية على النحو التالي:

1- احرص على قراءة ومطالعة ارشادات وتعليمات الجهات المصنعة لتلك العدد الآلية.

2- افحص العدة الآلية من حيث ملاءمة الفلطية، والتردد وصهيرة الحماية والسرعة التشغيلية الصحيحة.

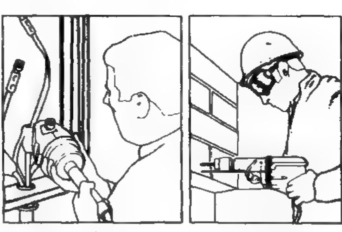
3- تجنب الامساك بزرّ تشغيل العدة عند الحمل خاصة اذا كانت ما زالت موصولة الى مصدر التغذية.

4- لا تنزع قابس الاداة من مأخذه بعنف وتذكر ازالته عند تثبيت ملحقة ما.

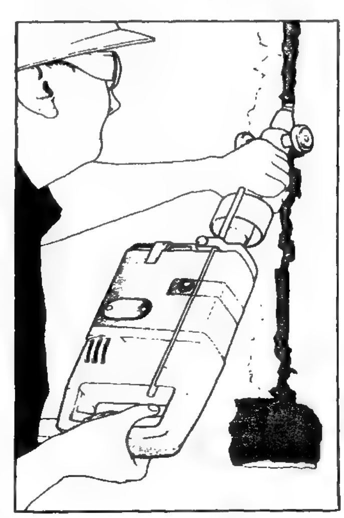
5- عند الحاجةاستخدم واقيات للعينين والاذنين واقنعة الغبار والكفوف (القفازات) وحذاء السلامة وغطِ الشعر الطويل بارتداء قبعة مناسبة.

6- تأكد من تثبيت الحواجز الواقية على نحو آمن وسليم ولا تشغّل الاداة فوق طاقتها.

7- حاذر زملاءك الحرفيين الآخرين خاصة عند استخدام الادوات الخرطوشية او المثاقب الدقاقة الدوارة والشاكوشية.



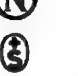
الشكل (2-6) -
الحذر في استخدام العدد المحمولة.



الشكل (2-7) -
شاكوش كهربائي من نوع كانغو.


















ختم تصريح بالاستخدام — عزل مزدوج

جمعية ابحاث صناعة العدد الالية — قانون الصحة والسلامة في العمل لعام 1974 — شعارات معتمدة لدى بعض السلطات الفاحصة الدولية

الشكل (2-8) - رموز معتمدة تتعلق بالسلامة وبالاستخدام الامن للادوات والمنتوجات الكهربائية.

8- ابعد اصابعك وانت تثقب الثقوب واحرص على شد طرف المثقب بالمفتاح المناسب وحافظ عليه نظيفاً وبحالة جيدة.

9- احمِ اسلاك توصيل الكبل من المخاطر الميكانيكية.

10- تجنب تسلق السلالم الى نهايتها عند استخدام العدد الآلية. ومن الافضل ان تعمل على منصة اوسقالة بدلاً من العمل على السلم في مثل هذه الحالات مع مراعاة ان تكون القدمان على ارضية صلبة. يبين الشكل (2-6) الاسلوب الآمن لاستخدام العدد الآلية.

يبين الشكل (2-7) اسلوب استخدام المثقاب الشاكوشي الكهربائي من طراز كانغو.
ويبين الشكل (2-8) بعضاً من الامثلة والرموز المعتمدة في مجال السلامة.

ولايجاز ما سبق، نورد الملاحظات التالية التي نراها جديرة بالاهتمام:

1- يجب انجاز المهام والاعمال الكهربائية من قبل جهاز كفوء وقادر.

2- يجب فحص المعدات والتجهيزات الكهربائية وتفقدها بشكل دوري ومنتظم.

3- يجب استصدار امر عمل عند العمل على المضابطات المكهربة.

4- تأكد من وضع الاشارات التحذيرية ومن اقفال المفاتيح الرئيسية على وضعية الايقاف.

5- افحص الدارات للتأكد من انها غير مكهربة ولا تنس ان تفحص الفاحص نفسه اولاً. ولا يكفي الاعتماد هنا على التعليمات الشفوية او حتى على علامات لوحة الصهيرات.

6- حيثما اقتضى الامر العمل على اجزاء ونظم مكهربة، يجب عليك ارتداء الاحذية المطاطية او الوقوف على منصة مطاطية وتأكد من ان العدد والادوات التي انت بصدد استخدامها معزولة تماماً وسليمة تماماً.

7- لا تحاول الامساك بالاجزاء المعدنية المعرضة المؤرضة وكن حذراً عند فصل النواقل المكهربة عند الاطراف وتأكد من ان الخط المحايد المتعادل هو خط حي مكهرب كذلك.

8- المعدات المعطوبة يجب ان تفصل وتعزل ويؤشر عليها بلاصقة تفيد بانها معطوبة وان ترسل للتصليح دونما ابطاء. والمعدات المحمولة يجب ان تصان بانتظام.

9- عند اعداد نهايات او انهاء الكبلات المرنة، تأكد من صحة قطبية التوصيلات.

10- لا تعلق ابداً العدد الآلية باسلاك توصيلها المرنة وتجنب احداث عقد او ثنب اسلاك التوصيل عند لفها، استخدم اربطة مناسبة وبكرات كبل مناسبة لتطويل اسلاك التوصيل.

اعداد تقارير الحوادث

يجب ان يتم الابلاغ عن كافة الحوادث التي تقع في موقع العمل وتنتج عنها وفيات او اصابات رئيسية كانكسار في الجمجمة سواء كان ذلك في صف العمال او اصحاب العمل او حتى في صف العامة واعداد تقرير شامل عن كل حادث وتسليمه للسلطات المحلية ذات العلاقة. كما يجب اعداد التقارير والابلاغ عن بعض الحوادث الاخرى الجديرة بالملاحظة كالانفجارات او انهيار سقالة يزيد ارتفاعها عن 5 امتار، كذلك الامر يجب الابلاغ عن حوادث التحميل المفرط للمعدات الكهربائية الذي ينتج عنه في الغالب انفجارات او حرائق والذي يترتب عليه توقف وتعطل المرفق لمدة تزيد عن 24 ساعة،

ويمكن ان يؤدي الى اصابات او وفيات.

وقد قام المجلس التنفيذي للصحة والسلامة بتصميم نماذج خاصة لتقارير الحوادث والاصابات. ويصار الى تسمية الاشخاص المخولين او المطلوب منهم اعداد مثل تلك التقارير كصاحب العمل بالنسبة للعامل المصاب. والمهم هنا ان يتم تدريب المعنيين على كيفية تعبئة مثل تلك التقارير والتي في الغالب تشتمل على العناصر الرئيسية التالية:

1- معلومات عن الحادث او الاصابة من حيث زمن الوقوع والوصف والنتائج التي ترتبت على ذلك.

2- معلومات عن المكان الذي وقع فيه الحادث او الاصابة من حيث المعدات والتجهيزات والعمال والمواصفات والعنوان والاشخاص المسؤولين او المفوضين.

3- معلومات عن الشخص المصاب او الاشخاص المصابين من حيث العمر والجنس والوظيفة.

ملاحظات حول الاسعافات الاولية

يجب ان يتم توفير صندوق او مجموعة صناديق للاسعافات الاولية في كل مرفق صناعي. ومثل هذه الصناديق يفترض ان تشتمل على متطلبات وتجهيزات الاسعافات الاولية المعيارية المتعارف عليها فقط. ويتناسب عدد تلك الصناديق او الخزانات تناسباً طردياً مع عدد العمال والموظفين. كما يجب ان يكلف احد الموظفين او اكثر بالتدرب على اجراءات الاسعافات الاولية وتحديث خبراته ومهاراته في هذا المجال كل ثلاث سنوات. وعلى مثل هذا الموظف المسؤول عن الاسعافات الاولية التواجد طيلة ساعات العمل. كما يجب وضع اشارات في كل قسم من اقسام المصنع توضح اسم الشخص المسؤول عن الاسعافات الاولية.

عندما يعين احد المستخدمين ويدرب على الاسعافات الاولية يفترض ان ينظر الى عمله ومهامه في هذا المجال بعين الرعاية والاهتمام لما يترتب على ذلك من انقاذ لحياة زملائه مع ان عمل المسعف محدود بتقديم بعض الخدمات الاسعافية التي من شأنها ان تنقذ المصاب وتوقف تدهور حالته الصحية وتفاقم اصابته. ومثل هذه الخدمات الاسعافية تندرج ضمن اطار الحالات العلاجية الطارئة والسريعة ريثما يتم استدعاء

الطبيب او نقل المصاب الى اقرب مستوصف او مستشفى اذا ما اقتضى الامر. وعندها سيطلب الى المسعف تقديم تقرير تفصيلي عن المصاب والاصابة.

نصت المادة (12-1) من تعليمات IEE للتمديدات على مجموعة من القواعد والتعليمات المتعلقة ليس فقط باحتياطات السلامة المتعلقة بالصدمة الكهربائية والحرائق والحروق ولكن تلك المتعلقة بالجروح كذلك. وللتعامل مع الجروح ومعالجتها يمكن ايجاز القواعد والتعليمات الخاصة بذلك كما يلي:

1- اجلس او ارقد المصاب وتذكر دائماً ان الإضطجاع يحدّ من تدفق الدم.

2- يجب الكشف عن الجرح وتعريضه بنزع اقل ما يمكن نزعه من الملابس عنه وحاول الاّ تزيل او تكشط الدم المتخثر عن الجرح.

3- في حالة الجروح البسيطة نظف حولها وعقمها بمحلول مطهر وغطّها بشاش معقّم.

4- في حالة الجروح الكبيرة لا تحاول تنظيفها وحاول وقف النزيف الدموي بالضغط المباشر بواسطة الابهام على لفافة يتم وضعها فوق الجرح او بالضغط غير المباشر على نقطة قريبة من الجرح.

5- ضمّد الجرح واربطه بلفافة طبية خاصة.

6- في الحالات الخطرة ارح المصاب جانباً. واذا ما استمر النزيف لا تحاول ازالة الضمادة ولكن اضف مزيداً من اللفافات والاربطة.

في حالات الحروق البسيطة كل ما هو مطلوب هو سكب الماء البارد بلطف وعناية فوق الجزء المصاب ولعدة مرات ومن ثم يجب تغطية المساحة المحروقة بضمادة نظيفة. وينصح في مثل هذه الحالات بنزع العناصر الزامة او المضيقة كالخواتم والاساور قبل ان تبدأ المنطقة المحروقة بالانتفاخ والتورم.

واذا ما كان الحرق بليغاً يجب ارقاد المصاب وتغطيته ببطانية نظيفة والمحافظة عليه دافئاً ونقله مباشرة الى المستشفى. في حالة الحروق الكيماوية يجب شطف الحرق بكمية كبيرة من الماء المتدفق، ومن المهم ان تتجنب تلويث نفسك بتلك المواد. في معظم الحالات عالج المناطق المصابة وتعامل معها كما لو كانت جروحاً وانقل المصاب فوراً الى المستشفى.

2 - الصحة والسلامة

في حالات التعامل مع الصدمة الكهربائية ينبغي ان تتذكر دائماً ان التعامل مع مثل هذه الحالات يحتاج الى سرعة في التصرف والاجراءات. فالابطاء قد يفضي الى فقدان الحياة. كما يجب الانتباه حتى لا تطال الصدمة الكهربائية الشخص المسعف نفسه.

تتباين حالات الصدمة الكهربائية تبايناً شديداً حيث انه من الصعب تحديد مثل هذه الحالات، وما يمكننا عمله هو الاشارة الى بعض الاجراءات العامة التي يمكن اتخاذها وعملها في مثل هذه الحالات.

على سبيل المثال:

عامل امسك بأداة قدرة (مثقاب آلي محمول) ولم يعد بمقدوره التخلص منه، فالاجراء السريع في مثل هذه الحالة يكمن في قطع التيار الكهربائي عن المثقب، واذا ما تعذر ذلك، فالاجراء الذي يلي يجب ان يكون نزع المثقب من يد العامل بسحبه من اسلاك توصيله. ويمكن استخدام جسم عازل غير ناقل للكهرباء لتحرير المصدوم، ويمكن ان يقوم بالاجراءات اعلاه شخص آخر غير المسعف المختص حيث يطلب الى المسعف في مثل هذه الحالة تقديم خدمات الاسعاف الاولي التي تتلخص باجراءات التنفس الاصطناعي.

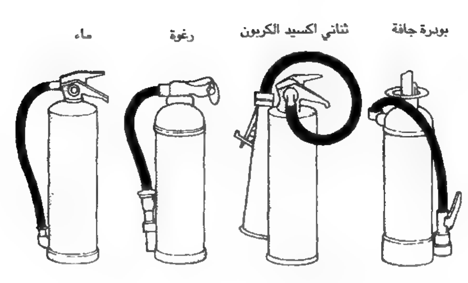
عموماً يمكن ايجاز الخطوات الرئيسية للتعامل مع الصدمة الكهربائية على النحو التالي آخذين بعين الاعتبار ان التأخير في اي من هذه الخطوات قد يكون قاتلاً:

1- تأكد في البدء انه بمقدورك الاقتراب من المصاب بامان وسلامة.

2- تفقد المصاب لملاحظة اية اشارة تدل على ان المصاب يتنفس ولو باي شكل من الاشكال. وفي هذه الحالة اركن المصاب جانباً واستدع الطبيب. وبخلاف ذلك اطلب الى غيرك استدعاء الطبيب وباشر باجراءات التنفس الاصطناعي وفق طريقة الفم للفم.

3- في حال اجراء عملية التنفس الاصطناعي لاربع نفخات دونما استجابة من المصاب ابدأ بالضغط على صدر المصاب.

4- اذا تعذر تنفيذ التنفس الاصطناعي بطريقة الفم للفم، يصار الى اجراء عملية التنفس الاصطناعي حسب طريقة هولكر نيلس او سلفستر.



الشكل (9-2) – انواع طفايات الحريق.

السلامة في التعامل مع الحرائق

ينص قانون المصانع لعام 1961 على الزام كل مصنع بتوفير وسائل لمكافحة الحرائق يجب يهتم بصيانتها وتثبيتها في اماكن يسهل الوصول اليها بحيث تكون جاهزة دائماً للاستخدام.

لمكافحة الحرائق في الغرف حيث لا توجد اشارات للمخاطر على الحياة، يمكن ان تكون طفايات الحريق المحمولة كافية لهذا الغرض شريطة ان تكون من النوع المناسب والصحيح الذي يمكن ان يكون واحداً مما يلي:

1- طفاية الماء: تستخدم في التعامل مع حرائق المواد الصلبة كالخشب والورق وتعطى اللون الاحمر ويحظر استخدامها لاطفاء الحرائق الكهربائية.

2- طفاية الرغوة: تستخدم للتعامل مع حرائق المواد السائلة القابلة للاشتعال كالزيوت والمواد النفطية. وتعطى اللون الابيض الضارب للصفرة. ويحظر استخدامها مع الحرائق الكهربائية كذلك.

3- طفاية الغازات المسالة: التي يدخل في تركيبها بعض المركبات الكيماوية ومن امثلتها طفاية BCF (بروموكلورو ديلفلور رميتان) تستخدم لاطفاء جميع انواع الحرائق مع انه يجب عدم استخدامها في الاماكن المحصورة. وتعطى اللون الاخضر.

4- طفاية ثاني اكسيد الكربون: تستخدم للتعامل مع الحرائق الناتجة عن الزيوت والمعدات الكهربائية، ويدخل في تركيبها غاز ثاني اكسيد الكربون المسال وتعطى اللون الاسود.

5- طفاية البودرة الجافة: تستخدم للتعامل مع حرائق السوائل المشتعلة كالبترول ومشتقاته وحرائق المعادن والمواد البلاستيكية والمعدات الكهربائية. وتعطى اللون الازرق.

عند حدوث حريق كهربائي يجب الاسراع في فصل التيار الكهربائي. لا تحاول مكافحة الحريق اذا اصبح خطيراً جداً، وهدد بحصرك. وتذكر وانت منسحب ان تغلق ما يمكنك اغلاقه من نوافذ وابواب.

التمرين 2

1- اشرح الطريقة التي يمكنك بموجبها انقاذ زميلك في العمل الذي تعرض لتوه لصدمة كهربائية اثناء استعماله لمثقب كهربائي محمول لا يزال يمسك به.

2- بالرجـــوع الى انظمة وتعليمات IEE للتمديدات اشرح بالتفصيل البند (522-8).

3- اعتبر ان زميلك في العمل قد تعرض لجرح قطعي اثناء تعريته لكبل مسلح وافترض انكما كنتما في منطقة معزولة بعيدة عن وسائط النقل حيث يتعذر نقله الى المستشفى، اشرح الخطوات التي يمكنك اتخاذها للتعامل مع جرح زميلك.

4- اشرح مستعيناً بالرسم محول العزل صف II حسب المواصفات البريطانية BS3535.

5- بالرجوع الى انظمة وتعليمات IEE للتمديدات اشرح المصطلحات التالية (SELV) و (FELV) مع الامثلة.

6- اعط مثالين على المعايير والاحتياطات الواجب مراعاتها لتوفير الحماية ضد التماس المباشر كما نص على ذلك البند 1-412 من انظمة وتعليمات IEE للتمديدات وارسم كلاً من المثالين.

7- "تأريض المعدات المشتركة والفصل الآلي الاوتوماتي لمصدر التغذية واحد من عدة طرق مستخدمة في الوقاية ضد التماس غير المباشر"، اشرح معنى هذه العبارة.

8- نصت المادة (4-414) من انظمة وتعليمات IEE للتمديدات على زمنين للفصل هما:

أ- للدارات النهائية التي تغذي المآخذ.

ب- للدارات النهائية التي تغذي المعدات الثابتة.

اشرح الاسباب التي تفسر لماذا تمنح الدارة الأخيرة فترة فصل اطول نسبياً.

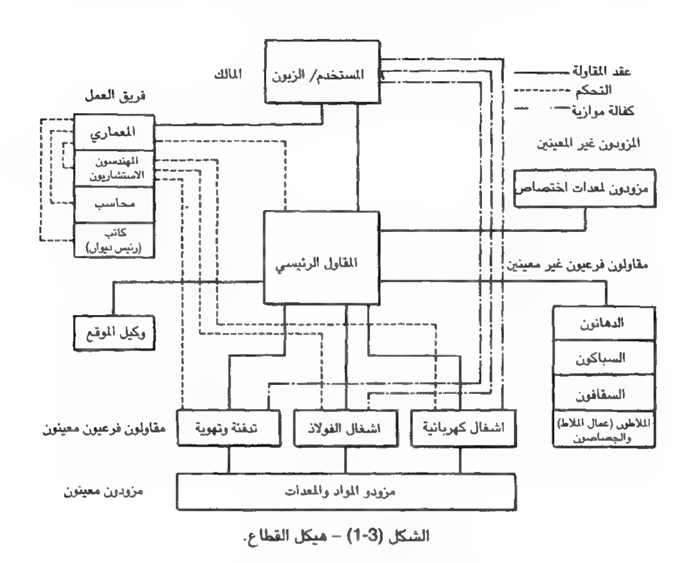
3- الدراسات الصناعية

بعد الانتهاء من قراءة هذا الفصل ستكون قادراً على ان:

- تحدد دور المقاول الكهربائي من خلال التكوين الرئيسي للصناعة.
- تحدد الغرض من وثائق المقاولة والمواصفات والمتغيرات والبدائل وتنظيم الموقع ومن العلاقات الصناعية والانسانية الجيدة.
- تتبين الحاجة الى تعبئة الوثائق المتنوعة كتقارير العمل اليومية والمخططات الزمنية الى جانب التقارير في مذكرات الموقع.
- تصف انواع الرسومات المختلفة وتميز بين الانواع المختلفة من المخططات كالمخططات الصندوقية ومخططات الدارات.
- تجري القياسات حسب مقياس الرسم المعتمد في الرسومات وتلاحظ مواضع الرموز التخطيطية على الرسومات كما جاءت في المواصفات البريطانية BS3939.
- تعبرَ بالرسم كما نفذ عما يتم انجازه في موقع العمل.

عندما يباشر المتدرب الكهربائي عمله للمرة الاولى في مؤسسة معينة للمقاولات يصعب عليه بداية تقدير وتحديد ابعاد موقعه ودوره ومسؤولياته في المؤسسة وخاصة اذا كانت المؤسسة من النوع الكبير الذي يضم عدداً كبيراً من القوى البشريةالعاملة سواء كان ذلك على مستوى العمال المهرة او غيرهم. وسوف يستغرق ذلك منه بعضاً من الوقت حتى يبدأ تلمس وتقدير الدور الهام الذي تلعبه مؤسسته في قطاع المقاولات. يبين الشكل (3-1) موقع المقاول الكهربائي جنباً الى جنب مع بقية المقاولين الفرعيين الذين يعملون ضمن ظروف وشروط المقاول الانشائي الرئيسي.

سيخضع الانشائي الرئيسي لمعماري استخدمه مالك المشروع او الزبون.



الشكل (3-1) – هيكل القطاع.

عندما يعرض المقاول الكهربائي اسعاره لمشروع ما من الطبيعي ان يكون قد تم تحديد الزمن المخصص لانجاز المشروع في العقد. عند فوزه بالعقد يطلب عادة الى المقاول الكهربائي تقديم برنامج للعمل في ضوء المخططات والخطط والرسومات والمواصفات التي تم اعدادها من قبل فريق التصميم العامل لدى الشركة او من قبل اختصاصيين في الاستشارات الكهربائية. وبطبيعة الحال، فان فريق التمديدات والتركيبات الكهربائية (المراقب الكهربائي، كهربائيون مهرة ومتدربون) سيطالب بانجاز كافة التمديدات والتركيبات طبقاً للمواصفات والمتطلبات المحددة في وثيقة المواصفات الكهربائية او في بعض الاحيان طبقاً لبرنامج العمل المعد من قبل المصمم.

وثيقة المقاولة (العطاء)

من شأن مثل هذه العقود للمقاولات ان تضمن انجاز العمل ودفع المستحقات على مستوى عال من الاحتراف والجودة. كما ومن شأنها ان تؤمن الحماية اللازمة والضرورية ضد الممارسات الحادة وغير المنطقية من قبل اي من فريقي المقاولة. ومن النقاط التي يمكن ابرازها بهذا الصدد ما يلي :

1- يجب ان يتم انجاز العمل حسب الاصول المرعية وباستخدام مواد من نوعية مناسبة وجيدة.

2- يجب استخدام عمال على درجة عالية من الكفاءة والتأهيل وبمعدلات اجور مناسبة ومتعارف عليها.

3- يجب توفير اشراف كاف ومناسب. وعلى المقاول العمل ضمن برنامج معين ومحدد وتقديم كفالة او ضمانة حسن تنفيذ للعمل. ويتم تنظيم دفعات مالية عن الاعمال المنجزة التي تقدم مستخلصات او وثائق بها.

4- يجب دفع مبالغ اضافية للاعمال الاضافية غير المدرجة في المقاولة اذا ما كانت المقاولة تقوم على اسس متقلبة وليس على سعر محدد.

المواصفات

تحتوي وثيقة المواصفات بشكل عام على جزئين اثنين، الاول يتعلق بالمتطلبات المعيارية لجودة العمل كما تم بيانه في البند رقم (1-13) من انظمة وتعليمات IEE للتمديدات والجزء الثاني يبحث في المتطلبات الخاصة بالتمديدات الكهربائية للتركيبات. كما تفصل متطلبات محددة أخرى في بنود خاصة ملحقة.

في الجزء المعياري (القياسي) للمواصفات فانه يصار الى تفصيل وتوضيح متطلبات الادوات المختلفة كالمجاري الانبوبية. وهنا فان المقاول الكهربائي مطالب بتركيب النوع المناسب والمقاس المناسب من المجاري الانبوبية وباستخدام العدد والادوات والمعدات المناسبة كما سيطالب بان يكون عدد الانحناءات ضمن المديات المحددة في الملحق 12 من المقطع (529) من تعليمات IEE للتمديدات الكهربائية ويمكن قراءة مواصفة نموذجية على النحو التالي :

"مواصفات التمديدات والتركيبات الكهربائية في المباني التي لا تزيد مساحة مسطحاتها عن 200 متر مربع".

التمديدات الكهربائية

ملاحظة : تطبق هذه المواصفة حيث فلطية التزويد العامة 240 فلط احادي الطور وحيث يتم ربط الناقل المحايد مع الكتلة العامة للارض.

النطاق:

1 - تغطي هذه المواصفة التزويد والتشييد للمواد الضرورية للتركيبة الكهربائية الكاملة بدءاً بتجهيز اطراف خطوط التغذية الداخلة (نقطة التزود) وتنتهي عند:

- نقاط الانارة لغاية وبما في ذلك حاملات المصابيح والمفاتيح.
- مخارج كاملة مع المقابس.
- مواضع محكمات اجهزة الطبخ.
- محكمات سخانات المياه على خزان المياه الساخن.

نظام التمديدات:

2 - يجب تنفيذ التمديدات من خلال مجار انبوبية ذات معيار متين ثقيلة يتم وصلها بالبراغي وباللحام باستخدام البراغي المثبتة اللازمة ويجب ان تكون التمديدات بكبلات احاديةالقلب معزولة بمادة (PVC).

وحدة التحكم الرئيسة:

3 - عند نهايات اطراف التزويد الرئيسية وفي المكان المحدد في المخطط، على المقاول الكهربائي تزويد وتثبيت وحدة تحكم في جانب المستهلك بحيث تشتمل على ما يلي :

- مفتاح رئيسي 80 أ (ث.ق) مع اداة تيار متبق 30 ميلي أ (أ.ت.م)
- فاصم رئيسي 45 أ ف.د.م للتحكم بوحدة الطبخ.
- فاصم رئيسي عدد 2 للمخارج (30 أ)
- فاصم رئيسي واحد 15 أ ف.د.م لسخان المياه.
- فاصم رئيسي عدد 5 أ ف.د.م لغايات الاضاءة مسار واحد احتياطي.

يتحمل المستشار الكهربائي مسؤولية ضمان ان المواصفة قد حددت وفصلت بشكل صحيح العمل المفترض بالمقاول الكهربائي انجازه. ويتم ادراج بنود خاصة تلزمه بقبول مسؤولية التصميم المقنع للتمديدات والتركيبات اضافة الى بنود اخرى تلزمه ببيان اية اخطاء او انحرافات في التصميم في مرحلة عرض المشروع، بالاضافة الى المسؤولية العامة التي يتحملها المقاول الكهربائي ومستخدموه في ما يتعلق بالصحة والسلامة كما نص على ذلك قانون الصحة والسلامة وكما بينّا ذلك سابقاً. الامر الذي يعني التأكد من ان التمديدات والتركيبات الكهربائية آمنة وتم تصميمها في ضوء المواصفات القياسية المعيارية المرضية.

المتغيرات

يحدث في بعض الاحيان ان يلجأ الزبون الى تغيير بعض المتطلبات المتعلقة بالعمل قيد الانجاز او قد تكتشف بعض التفاصيل غير الصحيحة في الرسومات والمواصفات. ان مثل هذه المتغيرات "كما اصطلح على تسميتها" من الواجب التعامل معها من حيث اجراء التعديلات والتغييرات على الوثائق والمواصفات الاساسية التي يتم اقتراحها من قبل المهندس الاستشاري الى المعماري الذي بدوره يحرر تعليماته الى المقاول الرئيسي الذي بدوره يحرر تلك التعليمات الى المقاول الكهربائي لانجاز الاعمال الاضافية او التعديلات المطلوبة في ضوء ظروف وشروط عقد المقاولة.

تسعيرة الكميات

تحضر لائحة تسعير بالكميات من قبل محاسب الكميات حيث تفصل كميات كافة المواد اللازمة لانجاز العمل، وعلى المقاول وضع السعر المناسب لكل بند آخذاً في الاعتبار كلفة الايدي العاملة والاستهلاك ونسبة الارباح.وفي اغلب الاحيان تعتبر لائحة تسعير الكميات من اكثر الطرق دقة لغايات طرح العرض حيث توفر الامكانية لتجنب اخطاء التقدير والتثمين من جانب المقاول ومن حيث انها تعكس ببساطة حرص المقاول على الفوز بالعرض من خلال دراسته المتأنية للاسعار. وقد تضع بعض اللوائح شروطاً على المقاول بخصوص اعتمادية المواد والكميات وان كان هذا ليس من الامور الشائعة والمفضلة لدى المقاولين.

تنظيم الموقع

يعكس التنظيم الجيد لموقع العمل تحسن في الإنتاجية وعلاقات علاقات صناعية أفضل وفرصاً انتاجية عالية الكفاءة وبالتالي هامش ربح وفير.

من وجهة نظر المقاول الفرعي فهو نوعا ما بين يدي المقاول الرئيسي وتحت مظلته. فكلما كان انجاز المقاول الانشائي (الرئيسي) جيداً سليماً كان ذلك مدعاة لمقاولي الخدمات الفرعيين للعمل بفاعلية وكفاءة عالية. وبعكس ذلك، اي اذا كان اداء المقاول الرئيسي ضعيفاً فسيترتب على ذلك التأخير في الانجاز والبطء في التقدم وموقع غير منظم ومرتب وبتسهيلات ضعيفة وفقيرة. وهذا من شأنه ان يكون مصدر احباط وفوضى بالنسبة للقوى العاملة او الكوادر البشرية العاملة.

يتعين على المقاول الكهربائي ان يكون لديه مشرف او مراقب للموقع يعمل كممثل للشركة في ذلك الموقع، وبدوره يمثل حجر الاساس بالنسبة لتنظيم وسلامة العمل. وسوف تناط بذلك المشرف مسؤولية دوام تزويد الموقع بالقدر اللازم والمناسب من المواد. ويجدر التذكير هنا بانه في المراحل المبكرة للمشروع يجب ان يتم حفظ وتخزين هذه المواد في مستودع آمن وسليم.

يجب ان يكون المستودع جافاً ودافئاً ومتسعاً بما فيه الكفاية بحيث تتاح الامكانية للعمال لاستبدال ملابسهم وبحيث يمكن استخدامه كمكتب موقع لكتبة المشروع.

على مراقب الموقع دراسة الخطط والرسومات وحفظها مع غيرها من الوثائق كمذكرة الموقع وسجل الاجتماعات وارقام الهواتف المهمة وسجل الحوادث والاصابات والمواد التالفة وذلك في مكان آمن. وعليه التأكد من ان كافة الوثائق والسجلات يتم تعبئتها بانتظام وعلى نحو مرتب وانيق، وان يصرف اهمية خاصة الى الاعمال الكتابية اليومية من حيث تحديثها وان تكون مواكبة لتطور العمل يوماً بيوم وان يصار الى تمريرها بانتظام الى المكتب الرئيسي. من المهم ايضاً ان يحتفظ المراقب بسجل خاص بعمال الموقع، وبالاعمال الرئيسية التي تنجز يومياً وبالتفاصيل والاسباب التي تعيق العمل وتؤخره وبخاصة تلك الناتجة عن المهنيين الآخرين العاملين في الموقع من غير الكهربائيين. بالنسبة للمشاريع الكبيرة نسبياً من الممكن استعمال يصار الى تطوير نماذج خاصة على شكل لوحات من شأنها ان تساعد على اعطاء معلومات فورية ومباشرة حول الاعمال التي يتم انجازها في الموقع وهذه اللوحات البيانية للاعمال

وصف الاعمال/ الاشغال	رقم الاسبوع 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
الحفر وصبّيات الخرسانة																				
اشغال الطوب																				
النجارة والاعمال الخشبية																				
البلاط/القرميد																				
الكسوة/التجفيص																				
الاشغال الكهربائية																				
الاشغال الصحية/السباكة																				
الزخرفة والتزيين																				

الشكل (3-2) – بيان قضيبي لبرنامج عمل التمديدات والتركيبات الكهربائية للعاملين في الموقع.

وصف الاعمال / الاشغال	الايام 1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
تمديد الكبل الرئيسي	4	4	4														
تركيب المضابط				2	2	2	2										
تركيب المجاري الانبوبية والصندوقية				2	2	2	2	2	2	2							
تمديدات المصابط								2	2	2							
تمديدات الدارات النهائية											2	2	2	2			
ربط الاجهزة															2	2	
الفحص																	2
عدد العاملين في الموقع	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	2	2	2	2	2	2	2

الشكل (3-3) – بيان قضيبي لبرنامج عمل التمديدات والتركيبات الكهربائية للعاملين في الموقع.

والمهام المنجزة ذات دلالة زمنية يجب ان تندرج ضمن اطار الزمن المتاح لانجاز المشروع حيث يتم تزمين بداية ونهاية كل نشاط ومهمة كما هو مبين في الشكلين (3-2 و3-3) حيث تم توضيح العمليات الانشائية والكهربائية على لوحتين منفصلتين. ويطلق على هذه اللوحات اسم البيانات القضيبية.

العلاقات الصناعية (القطاعية)

ان اجواء عمل لا يسودها التكيّف والرضى والراحة من شأنها ان تؤدي الى خلق حالات تفتقر الى الفاعلية والدافعية للعمل لدى العاملين، وبالتالي من شأنها ان تقلل من فرص الكسب للمشروع بالنسبة اليهم والى هدر وفقد وخسارة بالنسبة للمقاول الكهربائي. ان امراً كهذا سيكون مدعاة لكارثة حقيقية بالنسبة للمقاولة او المشروع.

يتأثر قطاع المقاولات الكهربائية كذلك بالاتحاد (النقابة) الخاص به والمسمى (اتحاد المهن الكهربائية والالكترونية والاتصالات والاشغال الصحية). ومهمة هذا الاتحاد ضمان التزام كافة اعضائه بمعدلات قياسية معيارية للاجور وظروف وشروط العمل الى جانب مراعاة عدم تعرض اعضائه للاستغلال من قبل اصحاب العمل والمستخدمين. وقد انشأت الحكومة هيئة استشارية ومحكمة للتعامل مع المشاكل التي تصل الى طريق مسدود بين العمال واصحاب العمل. وبمقدور اي عامل يشعر بانه عومل على نحو غير عادل وتم اهماله من قبل مستخدمه، حمل قضيته الى هيئة تحكيم قطاعية تستمع بدورها الى الطرفين وتنظر في ادلتهما وبراهينهما قبل ان تصدر حكماً قطعياً بالقضية.

العلاقات مع الزبائن

من وجهة نظر الجهات المعنية بانجاز العمل فان عقد اجتماعات مع الزبون او صاحب المشروع (العمل) يجب ان يؤخذ بالحسبان. وعليه يفترض بالمشتغلين ارتداء ملابس مناسبة (ملابس العمل) وان يكونوا على درجة عالية من التهذيب والادب والكياسة. ويفترض ان لا يلجأ العامل ولا باي حال من الاحوال الى ابداء اية ملاحظات حول مستخدمه امام صاحب المشروع او المالك.

3 - الدراسات الصناعية

لعل السبب خلف علاقات متطورة مع الزبون مالك المشروع واضح حيث انه كلما كان الزبون راضياً ومقتنعاً بالعمل وبما يتم انجازه فهذا يعني بالضرورة ازدياد فرص كسب مشاريع جديدة من خلاله، لانه يفضل اللجوء عندها الى التعامل مع مقاول معروف لديه وبمقدوره مناقشة الاسعار معه عوضاً عن اللجوء الى اسلوب العروض والمناقصات.

يعمد العديد من شركات وتنظيمات المقاولات الى تعيين جهاز يتمتع بمهارات خاصة في فن استدراج اعمال جديدة من زبائن معتمدين. وعند التعامل مع زبائن او عملاء من خارج الوطن قد تظهر بعض المعوقات والمعارضة. وعليه فان المعرفة الجيدة للغة الزبون وللمواصفات والمعايير القياسية الكهربائية المختلفة والخبرة في مجالات الترفيه والتسلية ستساعد وبفاعلية في هذا المجال. ان العديد من الزبائن ليسوا فنيين في الغالب وعليه فهم يعتمدون على وكلائهم من المعماريين او المهندسين الاستشاريين للتفاوض عوضاً عنهم. وبهذا الصدد نذكر بان التقديم الجيد المدعم بالرسومات والخدمة الفورية الفعالة من العوامل المساعدة بالنسبة للمقاول. وفي معظم الحالات فان الانطباع الاولي الذي يتركه الشخص المفاوض والمدعم بقدرة فعالة على تقديم الخدمات هو الشخص الذي يتوقع له الفوز بالمقاولة.

السجلات

يحتفظ المقاولون الكهربائيون بسجلات ووثائق عديدة ولمواضيع متعددة. وتعمد الشركات الكبيرة الى توظيف عدد من مهندسي المقاولات وغيرهم من الكوادر المعنية بالحسابات لتشغيل وتنظيم وتوثيق الاعمال. ان حفظ المعلومات او الحقائق المتعلقة بالعمل والتي تتخذ سمة التكرار والاعتيادية يجب ان يكون بمساعدة الحاسب لما يوفره من دقة من حيث البرمجة وادخال المعلومات.

في الغالب يجب تمرير الوثائق والرسائل الواردة الى الشخص او الاشخاص المعنيين بها مباشرة على نحو يسهل ويمكن من اتخاذ الاجراءات المناسبة بشأنها وبالسرعة والدقة المطلوبتين. ومن ثم يجب ان تحفظ وتوثق تلك الواردات على نحو متسلسل ومنطقي. ويفضل ان يتم حسب المقاولة - المشروع/الشركة/التاريخ لتسهيل عملية استرجاعها والتعامل معها.

على كل الاحوال فان من الوثائق والسجلات التي يحتفظ بها المقاولون الكهربائيون والتي يتم التعامل معها وتعبئتها من قبل جهاز الموقع ما يلي :

1- نماذج الاعمال اليومية :

تعتبر الاعمال اليومية من الامور التي لا يمكن تجاوزها ضمن نطاق المشروع بوجه عام وقد تمّ التطرق اليها في البند المتعلق بالمتغيرات. وباختصار فانها تندرج ضمن اطار التعديلات والاضافات التي يجب البدء بها في ضوء تعليمات المعماري او المهندس او المقاول الرئيسي، وعند اتمامها يفترض بالمشرف او المراقب المسؤول عن الموقع ان يعد تقريراً عن تلك الاعمال المنجزة في ذلك اليوم والحصول على موافقة وتوقيع ممثل مالك المشروع عليها. ومن ثم يتم ارجاع هذا التقرير المعتمد الى المكتب لغايات التسعير/التثمين وتسليمه الى الزبون/المقاول الرئيسي لغايات صرف المستحقات المالية المترتبة. انظر الشكل (3-4).

2- النماذج الزمنية :

يحتاج جهاز شؤون الموظفين الى مثل هذه النماذج كي يتم اعداد لائحة اجور العمال حيث توفر مثل هذا النماذج رصداً وتسجيلاً مستمرين للاعمال المنجزة والزمن المستغرق في انجازها اضافة الى اية دفعات اضافية تترتب على التنقلات والعمل الاضافي، الخ. وهي بمثابة سجل دائم للعمال في الموقع.

في حالة وجود نظام حوافز او مكافآت فسوف يطلب الى كل العمال والمشتغلين بيان الزمن المستغرق لانجاز المهام المحددة ومن ثم يقرر الجهاز العامل في المكتب اية وفورات تم تحقيقها على صعيد الاعمال او الزمن المستغرق وبالتالي اعتماد الدفعات الاضافية في ضوء نظام الحوافز والمكافآت. ويبين الشكل (3-5) تفاصيل نموذج زمني نموذجي.

3- توريد المواد الى الموقع:

عندما يتم توريد المواد الى الموقع من البديهي ان تفحص وتتفقد كميات تلك المواد وتقارن مع ملاحظات التوريد قبل استلام اشعار توريد تلك المواد. وتغدو مستحيلة

شركة الفا – بيتا الكهربائية
مهندسون ومقاولون كهربائيون

نموذج عمل يومي

الزبون/العميل ______________________
رقم العمل______________________

التاريخ	عدد	زمن البدء	زمن الانتهاء	اجمالي عدد الساعات	الزمن المسموح به	ملاحظات

المواد

الكمية	الوصف	الاستعمال المكتبي

توقيع المشرف ______________________

توقيع الزبون ______________________ التاريخ ______________________

الشكل (4-3) – نموذج عمل يومي.

المحاولة باتجاه الحصول على مواد اضافية في ضوء النقص في المواد الموردة بعد تحرير اشعار استلامها. ومن هنا فانه على جانب كبير من الاهمية التأكد من ان كافة المواد الموردة الى الموقع قد تم فحصها وتفقدها بالمقارنة بنموذج الطلب الاصلي. ويمكن عندئذ ابتياع المواد الناقصة. كما يجب اعداد تقارير عن المواد المتكسرة او المعطوبة وان ترجع الى المزودين.

من المهم جداً حفظ المواد الحساسة كأجهزة الإنارة والمثبتات النهائية في غرف منفصلة أو مخزن فرعي لتجنيبها عوامل التلف والتحطم.

4- التقارير:

ينصح مراقب الموقع او مهندس المشروع باعداد تقارير دورية حول مختلف جوانب العمل في الموقع او المكتب بحيث تعطي هذه التقارير موجزاً عن التقدم في الاعمال المنجزة واية امور اخرى ذات علاقة. ونذكر هنا ان التوثيق الجيد يسهل مسائل النظر في الدعاوى والشكاوى التي يمكن ان تظهر في العمل الى جانب رصد وتوجيه التقدم في العمل وتحديد ما يمكن او ما يجب عمله في مرحلة مبكرة في حال ظهور المعوقات او حدوث تباطؤ في العمل والتي من شأنها ان تؤثر على معدلات الأرباح المتوقعة من المشروع.

يمكن مناقشة المشاكل والصعوبات التي تظهر في الموقع من خلال اجتماعات موقعية مع المقاول الرئيسي تناقش فيها اية تعديلات على العمل وما يترتب عليها من مسائل. وبهذا الصدد نعود لنؤكد على وجوب ابلاغ المكتب الرئيسي للمقاول الكهربائي عن اية امور بحاجة الى توضيح ولم تتم تسويتها في الاجتماع الذي تم عقده في الموقع.

قراءة وتفسير الرسومات والمخططات

يفترض ان يكون الشخص المعني بالقراءة والعمل من خلال معلومات معبر عنها بالرسومات والمخططات ان يكون معداً ومؤهلاً في ما يتعلق بالجوانب المعيارية والقياسية للرسومات والمخططات. بالرغم من أن الكثير من الرسومات مرفق معها دليل إيضاحي بالرموز المستخدمة فإن معرفة معقولة بالرموز القياسية والمعيارية والتي تم التعرض إليها في الفصل الأول تعد مسألة ضرورية.

شركة الفا - بيتا الكهربائية
مهندسون ومقاولون كهربائيون

نموذج زمني

الاسم ________________

نهايةالاسبوع ________________

اليوم	رقم العمل	زمن البدء	زمن الانتهاء	اجمالي عدد الساعات	زمن التنقل والسفر	مخصصات النقل/كيلو
الاحد						
الاثنين						
الثلاثاء						
الاربعاء						
الخميس						
الجمعة						
السبت						
الاجمال						

توقيع المستخدم ________________

توقيع المشرف ________________ التاريخ ________________

الشكل (3-5) - نموذج زمني.

عموماً يتم اخراج الرسومات والمخططات على نحوين او شكلين اساسيين هما الشكل الاحادي الاتجاه او البعد والشكل الثلاثي الابعاد، وسوف تتغير زاوية النظر تبعاً للطريقة التي تم اخراج المقاطع والمساقط عليها. في بعض الحالات يفضل اخراج الرسوم مجسمة اي اظهارها وفق النموذج الثلاثي الابعاد وذلك باسقاط المخطط التوزيعي مجسماً بزاوية مقدارها 30° مع الخط الافقي او باسقاطها بميل مقداره 45° مع الخط الافقي.

يجب بذل العناية الكافية دائماً لمراعاة مقياس الرسم بالنسبة لكافة الرسومات والمخططات حيث تحتاج بعض التفصيلات الصغيرة الى مقياس رسم كبير لتوضيحها على نحو مقبول وخال من الاخطاء. وفي ما يلي عرض لبعض الرسومات والمخططات من الانواع الشائعة الاستخدام.

1- المخطط التوزيعي:

يزود المعماري أوالمهندس الاستشاري المقاول الكهربائي بالخطوط العريضة للبناء بغرض تمكينه من تخطيط وتوزيع خدماته التي قد تكون في الغالب مسؤوليته الى جانب تنسيق تلك المخططات والتوزيعات على نحو مناسب مع المخطط العام للبناء.

يجب ان تشير المخططات التوزيعية بوضوح الى التمديدات والتركيبات الفعلية على نحو عملي ما امكن.

ويجب ان يتم تعديل هذه المخططات في ضوء تعليمات المعماري التي تنص على احداث تغييرات في التمديدات والتركيبات بحيث تظل المخططات منسجمة مع الواقع ومع ما يجب ان يتم عمله او ما تم عمله.

وفي كل حالة يجب اجراء مراجعة للتأكد من مطابقة التعديل على الرسومات والمخططات مع ارض الواقع.

يبين الشكل (3-6) مخطط توزيع نموذجي لجزء من نظام التمديدات في بناية ما. وكما هو ملاحظ فان مقياس الرسم المستخدم هو 1:50 وهذا يعني ان الرسم يعادل 50/1 من القيمة الفعلية لما يمثله على ارض الواقع. ضع مسطرتك المترية على طول الرسم وتذكر ان (1سم = 50 سم) او (1م = 2م)، فان الطول سيكون مساوياً إلى

(10.25م). من المهم ان تتذكر ان هذا مسقط أفقي حيث يفترض ترك مساحة للإسقاط الرأسي للمفاتيح وغيرها من المحكمات.

2- الرسومات والمخططات المطابقة لما تمّ تنفيذه :

هي المخططات التوزيعية المعدّلة طبقاً للتفاصيل المعلمة على نسخ الموقع التي تحفظ بوصفها تشير الى التقدم في اعمال التركيبات والتمديدات. انظر الشكل (3-7). بعد إتمام التعديلات تنعت هذه المخططات (بالمطابقة لما تم تنفيذه) وترسل نسخ منها إلى الأطراف المعنية كوثائق دقيقة ومعبرة عن التمديدات والتركيبات المنجزة.

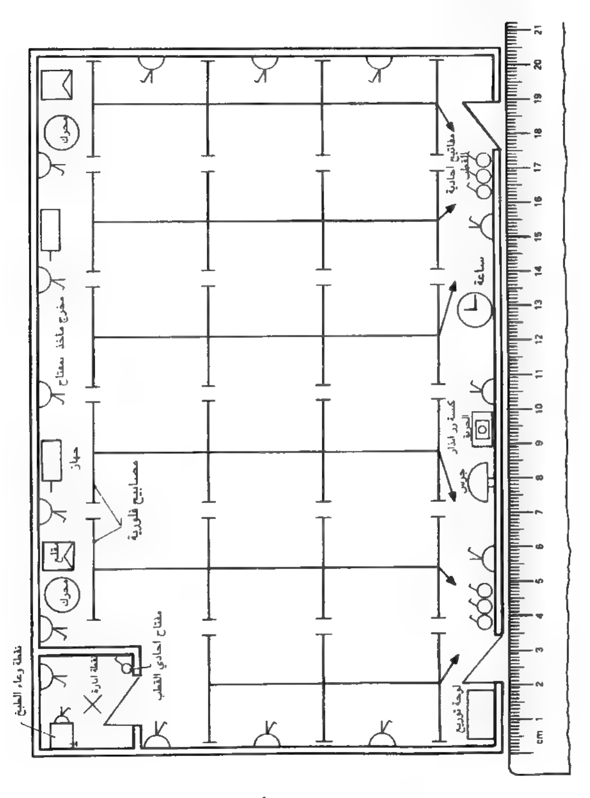
3- المخططات الصندوقية :

هي المخططات التي تبين الربط ما بين الوحدات الرئيسية من المعدات والتجهيزات في الوقت الذي تعقّد فيه تفاصيل التمديدات الداخلية الرسومات دونما ضرورة.

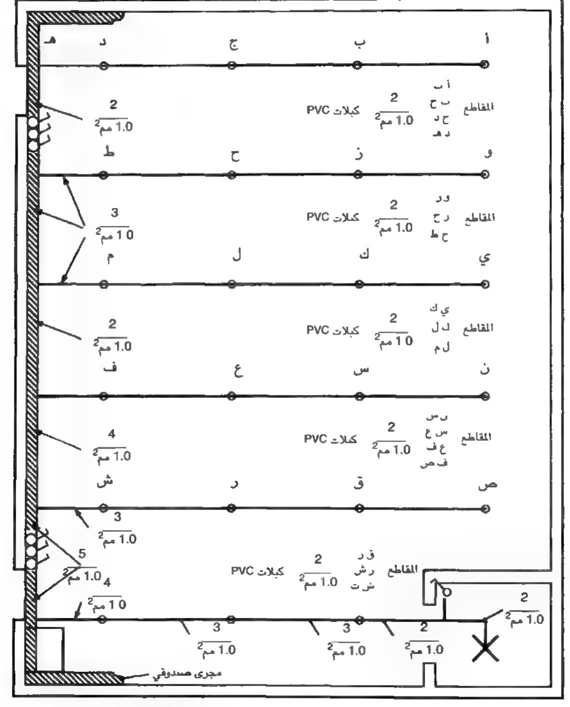
معظم مخططات التوزيع الرئيسية تأتي على شكل رسومات تخطيطية مبسطة حيث ان رسماً تخطيطياً كاملاً لها سيبدو صعب المتابعة وسوف يشتمل على معلومات غير ضرورية. ويبين الشكل (4-16) مخططاً صندوقياً نموذجياً.

4- مخططات الدارات والتمديدات :

هي من الرسومات التخطيطية الاكثر شيوعاً وتشير الى النواقل الفعلية المستخدمة والى قطبيات التزويد لها. توجد عدة امثلة من هذه الدارات في هذا المقرر كتلك المبينة في الشكل (4-10). وكمثال على مخطط توضيحي، انظر الشكل 5-23 (أ). في المعاهد والكليات الفنية من المهم جداً بالنسبة للطلبة استخدام ادوات الرسم المعنية وان يصنفوا رسوماتهم ويعنونوها وينبغي ان لا يخلطوا ما بين رموز الدارة التخطيطية ورموز الموقع التخطيطي لها.



الشكل (3-6) – المخطط التوزيعي مبيناً المتطلبات الكهربائية.



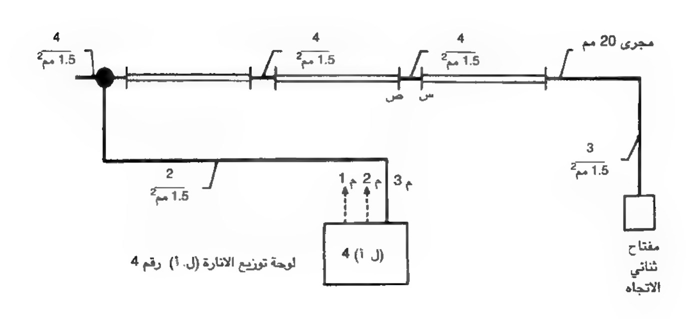
ملاحظة : تم الغاء نواقل دارة الحماية

الشكل (3-7) – رسم مطابق لما تم تنفيذه.

5- عام :

تقتضي الممارسة الحديثة للرسم انتاج الرسومات باستخدام الحبر على ورق سلبي (افلام) حيث يمكن اعادة انتاجها بسهولة باستخدام عمليات الطبع الفوتوغرافي (التصويري). يتطلب الرسم بالحبر مهارات ادائية عالية مع انه يمكن رسم المخططات العامة مباشرة.

يبين الشكل (3-8) ترتيبة تحديد دارة انارة نموذجية على الرسم مع لوحة التوزيع المصاحبة لها. في المقطع (س ص) اربعة كبلات قياس 1.5 مم سوف تمر من خلال مجرى انبوبي (باستثناء ناقل الحماية ن. ج. د) ويمكن رسم المخطط المطابق للتنفيذ الموضح سابقاً بنفس الطريقة.



الشكل (3-8) – مسلك المجرى ومقاس الكبل للانارة.

التمرين 3

1- يبين الشكل (3-9) مخططاً لشقة تتكوّن من غرفتي نوم ارضيتها وسقفها من الخرسانة المسلحة. وجدرانها من الطوب المجصص. اذا كان نظام التمديدات لهذه الشقة كبلات احادية القلب معزولة بمادة PVC وممددة في مجرى انبوبي قياس 20مم:

أ– احسب على نحو تقريبي كمية المجاري الانبوبية اللازمة.

ب– بيّن عدد الكبلات في كل مقطع من المجاري الانبوبية على افتراض ان المجرى الانبوبي لا يصلح كناقل حماية.

ملاحظة: مقياس الرسم 30:1.

2- يبين الشكل (3-10) ترتيبة تحكم بنقطة انارة باستخدام رموز المواقع حسب المواصفة البريطانية BS3939. ارسم الدارة كما سيتم تمديدها من وسيلة حماية داخل لوحة صهيرات توزيعية وبيّن كذلك توصيلات ناقل الحماية للدارة عند كل نقطة مأخذ.

3- ارسم لوحة بيان قضيبية لمشروع صغير مشابهة لتلك المبينة في الشكل (3-3) ولكن لعاملين فقط. والسؤال الثاني اعلاه يعتبر مثالاً جيداً على تمديد وتشغيل دارة الانارة.

4- ما هي النصائح التي يمكن توجيهها الى عمال يعملون علي سقالة برج متحرك كما هو مبين في الشكل (3-11).

5- حضّر ملاحظات حول كل من المواضيع التالية :

أ– مباشرة الدوام والانتهاء منه.

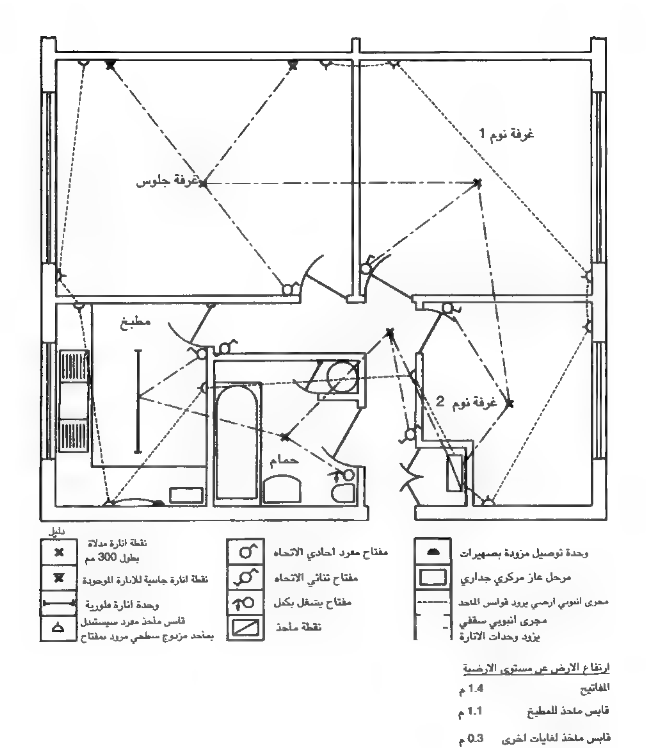
ب– استراحات الشاي.

ج– تسهيلات الغسيل.

د– اجتماعات الموقع.

6- صف بايجاز الخطوات العملية المتبعة في الموقع لكل ما يلي:

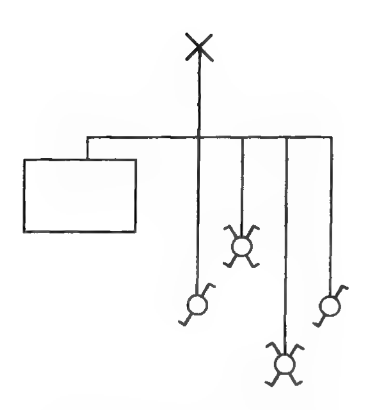
أ– توريد المواد واستلامها.



ارتفاع الارض عن مستوى الارضية

المفاتيح	1.4 م
قابس مأخذ للمطبخ	1.1 م
قابس مأخذ لغايات اخرى	0.3 م
وحدة المستهلك (لوحة التوزيع)	1.0 م

الشكل (3-9) – لوحة توضيحية لشقة مكوّنة من غرفتي نوم.



الشكل (3-10) - ترتيبات التشغيل لنقطة انارة.

ب- تخزين المواد السهلة التلف.

ج- المعلومات التي يتم تدوينها في مذكرة الموقع.

7- ارسم مخططاً يبيّن تسلسل التحكم في ممتلكات المستهلك المنزلية بدءاً بصهيرة قطع خط التزويد وانتهاء بلوحة الصهيرات التوزيعية التي تغذي الدارات النهائية.

8 - (أ) باستخدام الملحق 12 من انظمة وتعليمات IEE للتمديدات ، احسب اقصى عدد ممكن من الكبلات الاحادية القلب المعزولة بمادة PVC والمسموح بتمديده من خلال مجرى انبوبي قياس 20 مم بالشروط التالية:

* الطول 4 م، انحناءان مقاس الكبل المستخدم 1.5 مم^2 .
* الطول 9 م، انحناء واحد. مقاس الكبل المستخدم 2.5 مم^2 .

(ب) احسب مقاس المجرى الانبوبي لتمديد ستة كبلات مقاس 1.5 مم^2 وثمانية كبلات مقاس 2.5 مم^2 من خلاله بافتراض ان اسوأ طول لمسرى

المجرى هو 6 م وبانحنائين اثنين فقط.

(ج) ضع قائمة بالاحتياطات الواجب مراعاتها والتي تعتقد بانها ضرورية عند دفن كبلات مسلحة في خندق مفتوح وقبل ردمه.

10- بالرجوع الى ادلة ومطبوعات الجهات المصنعة ذات العلاقة، اختر الوحدات التالية مشيراً الِى ارقام الفهارس المصوّرة.

أ- مأخذ قابس مزود بمفتاح مقداره (13 أ).

ب- خمسة مفاتيح احادية القطب احادية الاتجاه احادية الاقتران.

ج- وحدة توزيع (مستهلك) 80 أ سبعة خطوط بغلاف معدني.

د- فاصم دارة 6 أ عدد 2 وفاصم دارة 15 أ عدد واحد وثلاثة فواصم 30 أ وفاصم دارة منمنم 45 أ.

هـ- وحدة اضاءة فلورية قدرتها 85 و، بطول 1800مم.

الشكل (3-11) – برج متحرك.

4- التمديدات (1)

بعد الانتهاء من قراءة هذا الفصل ستكون قادراً على ان:

- ترسم دارات التغذية الاحادية الطور والثلاثية الاطوار لممتلكات المستهلك.
- تميز بين نظام التغذية الحلقي ونظام التغذية الصاعد.
- تتعرف الى متطلبات انظمة وتعليمات IEE للتمديدات، الخاصة بانظمة التاريض المشتركة مثل:
  - أ - TN-S
  - ب - TN-C-S
  - ج - TT الى جانب متطلبات الايقاف الرئيسي والايقاف الاضافي.
- تشرح المسار الذي يتخذه تيار عطل يعرف بمسار انشوطة العطل الارضي وان تعرف المصطلحات ($م_1$) ($م_2$) (ظم) (ظم).
- تحدد الخطوات الصحيحة المتبعة في تصميم الدارات.
- تحدد متطلبات انظمة وتعليمات IEE المتعددة الخاصة بانظمة التمديدات المشتركة.
- تشرح آلية عمل أجهزة حماية الدارة المشتركة وتفهم خصائص الزمن/التيار لها.

مصادر وانظمة تزويد المستهلك بالكهرباء

هناك تعريفة يتم جباية ثمن الكهرباء في ضوئها فيما يتعلق بالاستهلاك المنزلي، حيث تفرض تعريفة عن كل (كوسا) مستهلكة من الطاقة وتؤخذ القراءة بواسطة مقياس طاقة يتم توفيره من قبل الجهة المسؤولة عن إدارة شبكة الكهرباء.

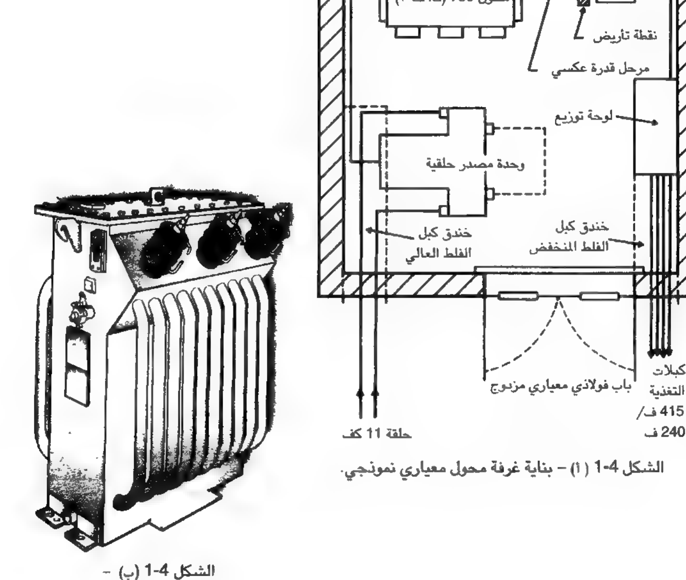
ولقد تم بناء العديد من محطات التحويل الخارجية ضمن اطار شبكة التوزيع وذلك لغايات تحويل الطاقة الى او من مستوى معين من الفلطية الى مستوى آخر.

يتم عادة تزويد المستهلكين من المرافق الصناعية الضخمة عبر محطات ربط خاصة بكل مرفق حيث يربط مع الشبكة بوحدة ربط خاصة وذلك كون مثل هذه المرافق تستهلك كميات كبيرة من الطاقة ونظراً لتوزيعاتها المعقدة والمركبة. ويتم تزويد بعض المرافق التجارية الكبيرة كمستشفى او مراكز التسوق او حتى مجمعات المكاتب العامة بمستوى من الفلطية يصل الى 11000 فلط. ومثل هذه المرافق قد تملك محطات تحويل داخلية خاصة بها تعمل على خفض مستوى الفلطية من 11000 فلط الى 415 فلط و240 فلط بواسطة محول خفض كالمبين في الشكل (4-1). تعتبر هذه المستويات بين الفلطية مستويات قياسية لانواع اخرى من المرافق التجارية والصناعية او المشاغل والمرافق السكنية. يبين الشكل (4-2) رسماً توضيحياً لدارة تظهر كيفية خفض فلطية تيار متناوب عالية الى فلطية منخفضة باستخدام محول تغذية مربوط على نظام مثلثي نجمي.

تجدر الملاحظة هنا الى ان سلطات التزويد بالكهرباء واستناداً الى تعليمات التزويد بالكهرباء تسمح بتغير في فلطية التزويد بما لا يتجاوز ±6% وبان لا تتعدى ذبذبة التزويد ±1%. وهذا يعني انه اذا كانت قيمة فلطية التزويد للمستهلك المقررة تساوي 240 فلط على تردد او ذبذبة 50 هز فانه يمكن ان تتراوح هذه الفلطية ما بين 225.6 و254.4 فلط في حين يمكن ان تتراوح الذبذبة ما بين 49.5 و50.5 هز. وهذه التحديدات على جانب كبير من الاهمية حيث ان الاجهزة والمعدات الكهربائية تصمم لتعمل على فلطيات وذبذبات قياسية لا يجوز تجاوزها فوق الحدود المسموح بها.

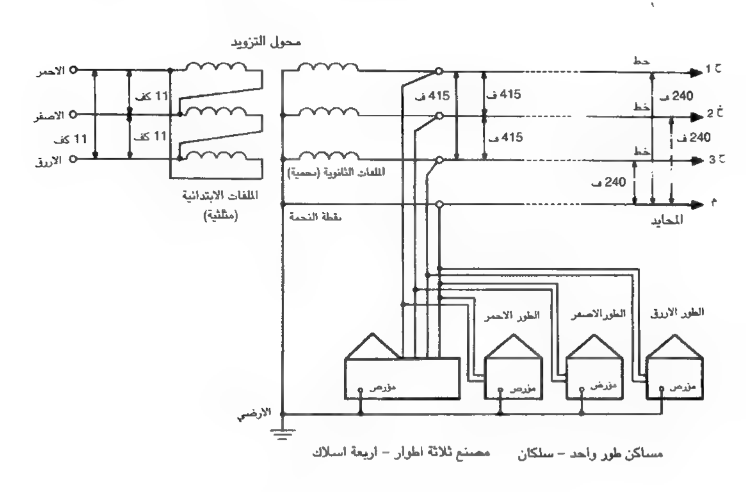
اذا كانت فلطية التزويد منخفضة جداً عن القيمة المقررة، لن تعمل الاجهزة والمعدات الكهربائية بفاعلية. واذا كانت الفلطية عالية جداً فان المصابيح ذات الفتائل وغيرها من الاجهزة المنزلية ذات الحمل المقاومي يصبح عمرها المتوقع قصيراً. كما وان التذبذب الواسع في التردد او في ذبذبة المصدر يعرقل عمل ادوات واجهزة التوقيت التي راحت تغرق الاسواق في عالمنا المعاصر.

تعمل سلطات التزويد الكهربائية الى تزويد المستهلكين الذين يحتاجون الى فلطية تزويد 240/415 فلط تيار متناوب من خلال نظام ثلاثي الاطوار-اربعة اسلاك، الامر



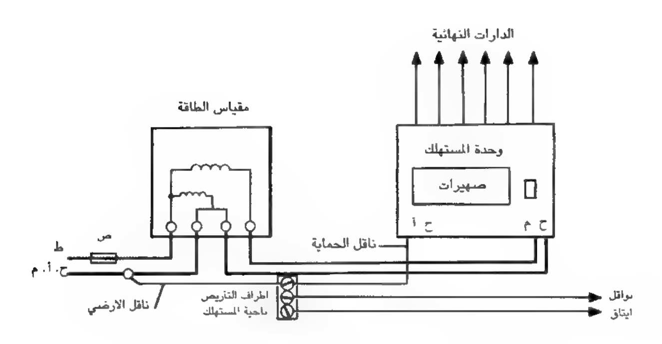
الشكل 4-1 (أ) - بناية غرفة محول معياري نموذجي.

الشكل 4-1 (ب) -
محول ثلاثي الاطوار 11 كف / 415 ف



الشكل (2-4) - مصادر تزويد مصنع ومرافق سكنية.

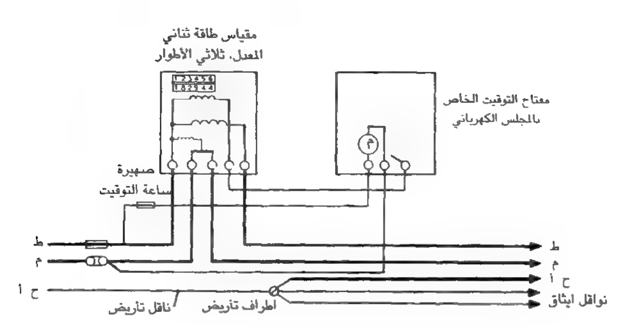
الذي يتيح للمقاول الكهربائي، الذي يحتمل ان يكون المصمم والمركب، الفرصة الى موازنة احمال الدارة النهائية بين اطوار التزويد الثلاثة بحيث يحمل كل طور من الكبل الرئيسي مقداراً متساوياً من التيار. من الناحية النظرية فان مثل هذا الترتيب يعد حساساً ويظل هدفاً يسعى المصممون الى تحقيقه مع انه يصعب تحقيق ذلك عملياً حيث يتم تشغيل الاحمال الاحادية الطور على فترات مختلفة ومتباعدة في كثير من الاحيان بل وفي معظمها. ولهذا السبب يستخدم الناقل المحايد لحمل تيارات الاحمال غير المتزنة الى محول التزويد. وقد تم التطرق الى كيفية تقدير مقاس كبل التزويد الرئيسي والمضباط اللازم لاحقاً في هذا الفصل حيث من الضروري الرجوع الى استخدام لوائح وتعليمات IEE للتمديدات .



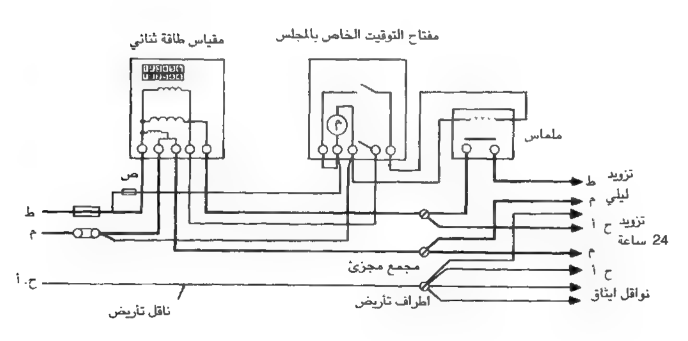
الشكل 4-3 (أ) – ترتيبات القياس لمصدر تزويد a.p.m.e لاستهلاك منزلي.

يبين الشكل (4-3) طرق متعددة لتزويد مرافق المستهلكين بالكهرباء. حيث يبين الرسم (أ) نظام تأريض TN-C-S وهو احد ترتيبات انظمة التأريض المنفذة هذه الايام وسوف يناقش هذا الموضوع لاحقاً. ومقياس الطاقة من مسؤولية شركة الكهرباء المحلية وكذلك صهيرة القطع الرئيسية. ويتحمل المقاول الكهربائي مسؤولية تمديد التركيبات. يشتمل هذا على تأريض المرافق وايثاق تأريض خدمات الغاز والمياه. يبين الشكل (ب) ترتيباً آخر من انظمة التأريض يسمى (TN-S) والذي يبين التسهيلات المضافة، وهي عبارة عن ساعة توقيت للتحكم بالتعرفة الاقتصادية 7 وهي مضمنة بقياس الطاقة الثنائي، علما بأن هذا النظام للتعريفة معمول به في بعض الدول الأوربية.

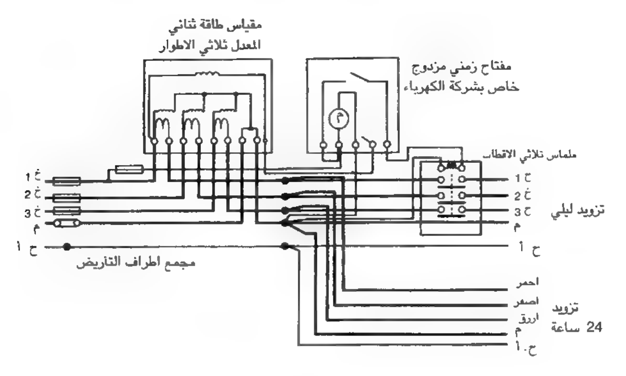
توجد ترتيبة قياس مماثلة تؤمن امكانية تزويد اثناء فترة ما دون الذروة اثناء ساعات الليل وتزويد على مدار 24 ساعة في آن واحد مع ان هذا يحتاج الى تمديدة منفصلة كما هو مبين في الرسم (ج). وتستخدم هذه الترتيبة للدارات التي توصف بانها ثقيلة التحميل كسخانات المياه الليلية. يبين الرسم (د) توصيلات المقياس لمصدر تزويد ثلاثي الاطوار. ولغايات التبسيط فقد تم حذف نواقل ايثاق التأريض.



الشكل 4-3 (ب) - ترتيبات القياس الخاصة بالتعريفة الاقتصادية 7



الشكل 4-3 (ج) - تمديدات المقياس مع تحكم المقاول.



الشكل 4-3 (د) – تمديدات (تركيبة) ثلاثية الاطوار

من الجدير بالملاحظة وجوب اشتمال اية تركيبات او تمديدات كهربائية على الوسائل التالية:

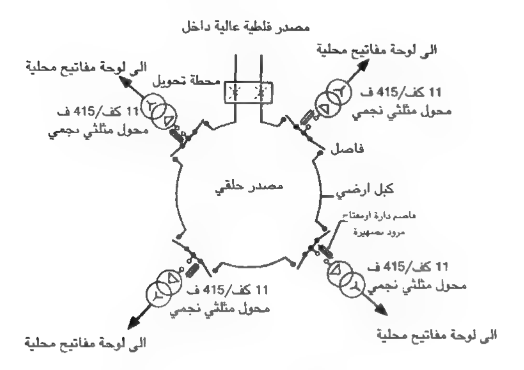
1- وسائل او ادوات للعزل او الفصل.

2- وسائل حماية ضد زيادة التيار.

3- وسائل حماية ضد التسرب الارضي.

تعتمد بعض المرافق على ترتيبات تأريض ممتازة توفرها امكانية الفصل الآلي عن المصدر وبذلك تفي بمتطلبات الشرط (3) اعلاه. ولكن يظل تركيب فاصم دارة تسرب ارضي او اداة تيار متبقٍ اكثر اماناً للحماية ضد مخاطر الصدمة الكهربائية اوالحرائق المحتملة.

عندما يتطلب الامر تزويد احد المستهلكين بالطاقة على فلطية عالية، فانه قد يأخذ شكل التزويد الحلقي، اي على شكل نظام توزيع ابتدائي حيث يصار الى توضيب كبل



الشكل (4-4) – نظام توزيع حلقي ابتدائي.

التزويد الرئيسي على شكل حلقة. ويمثل هذا الترتيب يمكن عزل اي جزء من المنظومة في حال حدوث خلل عليه حتى يتم اصلاحه في حين يستمر تزويد باقي اجزاء النظام بالطاقة دونما انقطاع. يبين الشكل (4-4) رسماً تخطيطياً لهذه الترتيبة. وكما هوملاحظ فان الحلقة تزود اربعة محولات خفض مثلثية نجمية بفلطية 11كف /480ف. يوضع كل محولٍ منها داخل محطة تحويل محلية منفصلة من أجل تغذية لوحات التوزيع والتي تمون متطلبات دارة التوزيع الثانوية.

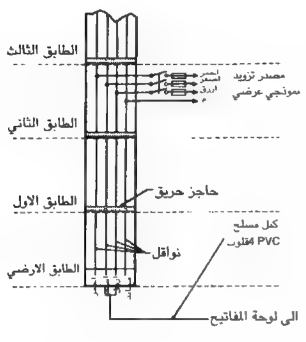
ـ في المرافِق المتعددة الطوابق يتم اللجوء عملياً الى تلبية احتياجاتها من خلال دارة توزيع ثانوية تعرف «مصدر تزويد صاعد». هذه المنظومة في الغالب تتكون من قضبان توصيل نحاسية معزولة بعض الشيء أوقضبان توصيل مصنوعة من الالمنيوم وداخل غلاف معدني وتكون مناسبة لاحمال يمكن ان تتجاوز مجموعة 200 أ لكل طور. وغالباً ما يتم تزويد كل طابق بوحدات تفريع حيث يمكن توفير نقاط تغذية اضافية من خلالها. ونذكر هنا انه توجد عدة لوائح وتعليمات تضبط المتطلبات. مثل هذه الانظمة قد تم

تطويرها من قبل IEE. كالبند رقم (6-523) الذي يشترط توفير حواجز واقية داخلية للحيلولة دون ارتفاع درجة حرارة الهواء في الجزء الأعلى من المنظومة لدرجة تمثل خطورة. عملياً، يمكن ملاحظة تثبيت مثل هذه الحواجز الواقية ضد الحريق بين كل طابقين او كل 5 م، أي منهما الأصغر. وتشترط حواجز الحريق في مواضع اخرى حيث تمر انظمة الكبلات والتمديدات عبر الطوابق والجدران. (انظر: اللائحة (528 - أ)).

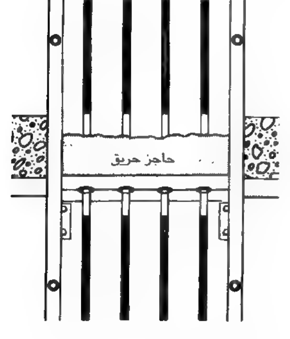
يبين الشكل (4-5) نظام مصدر تزويد صاعد في حين يبين الشكل (4-6) رسماً تخطيطياً للتركيب الداخلي لحاجز حريق يستخدم لمنع انتشار الحريق من طابق لآخر.

يطلب المصنعون تزويدهم بمعلومات تفصيلية حول التمديدات والتركيبات اذا ما طلب اليهم تزويد الجهات ذات العلاقة بانظمة مجاري قضبان توصيل. ومن هذه المعلومات القيمة المقررة للتيار، نوعية كبل التغذية، سماكة بلاط الارضيات، عدد حواجز الطوابق الداخلية، الخ.

ويتم تزويد وصلات التمدد وغيرها من المساعدات في الغالب كجزء من التركيبة الكاملة.



الشكل (4-5) - نظام تزويد صاعد.



الشكل (4-6) - حاجز حريق داخلي.

ترتيبات التأريض

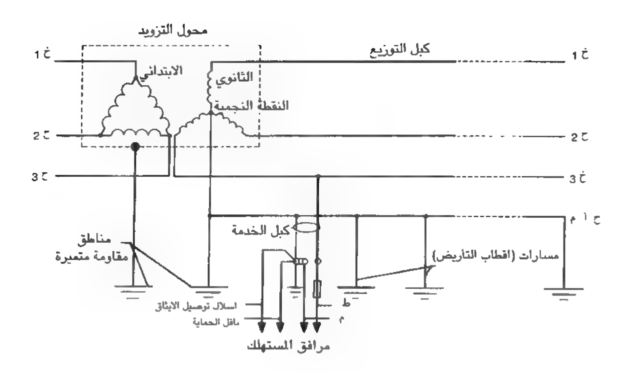
يعود تاريخ التأريض الخاص بالانارة الكهربائية لعام 1899 حيث كانت المسؤولية تقع على عاتق المستهلك لجهة تأريض تركيباته بوسائل التأريض التي يراها مناسبة. وقد كان المقاول الكهربائي الذي يعمل لحساب المستهلك يلجأ الى ربط شبكة التأريض الى انبوب المياه او استخدام مسرى "قطب" تأريض حيث يتم ربط شبكة التأريض الى الكتلة العامة للارض. وقد كانت هاتان الطريقتان تفيان بالغرض في تلك الايام وقد اوجدتا ممراً ثالثاً للتيارات المتسربة بحيث تعود الى مصدر التزويد في حالة حدوث خلل على النظام. ولحسن الحظ فان معاوقة هذا المسار الثالث كانت متدنية بشكل كاف بحيث تسمح بمرور تيار كاف الى التربة وعلى نحو يؤدي الى قطع صهيرة الحماية وبالتالي عزل الدارة المعطوبة.

مع مرور الزمن بات من الصعوبة بمكان توفر نظام تأريض كفوء وفعال. وتزايد عدد المستهلكين وراحت تظهر صعوبات عدة خاصة في المناطق الريفية حيث تشكل التربة الرطبة، هنالك مصدراً مزعجاً للمتاعب. اضافة الى ذلك بدأ استخدام الانابيب البلاستيكية لغايات توزيع المياه الى جانب استخدام الوصلات المعزولة. كل ذلك حدا بالسلطات المسؤولة عن تزويد الكهرباء الى تقديم المساعدة او بعض منها للمستهلكين في ما يتعلق بمسائل التأريض أو تحثهم على تركيب فواصم دارات التسرب الارضي. واستجابت تلك السلطات على نحو عملي اذ سمحت باستخدام تسليح كبلات التوزيع والتزويد كخط ارضي راجع، وكذلك فقد طورت تلك السلطات نظام تأريض جديد اطلقت عليه نظام حماية متعدد التأريض (ح.م.ت)

كان ذلك احد ترتيبات التأريض حيث استخدم ناقل مشترك يعمل كناقل محايد وخط تأريض راجع. وقد كان تسليح الكبل نفسه يفي بهذا الغرض الامر الذي كان يقتضي تأريض النظام عند اكثر من نقطة واحدة. انظر الشكل (4-7).

هذا وقد جاءت تعليمات التزويد بالكهرباء لعام 1937 لتلغي ذلك الترتيب حيث لم تسمح الا بتأريض نظام التزويد عند النقطة النجمية للملف الثانوي من محول التزويد. لم يتم تقبل فكرة هذا النظام الجديد بسرعة. ولكن شيئاً فشيئاً راحت الجهات المعنية تتقبله مما اتاح له بعض من المرونة ساعد في ذلك عدد من الفوائد التي ترتبت على استخدامه كاستخدام كابل تزويد بعدد من النواقل يقل ناقلاً، الامر الذي ترتب عليه

4 - التمديدات (1)

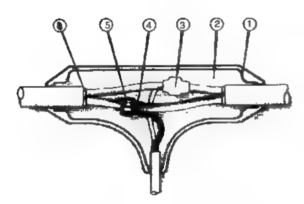


الشكل (4-7) – نظام TN-C-S

تحقيق وفورات ملحوظة على صعيد كلفة التوزيع من ناحية وكلفة تجهيز اطراف التوصيل من ناحية اخرى. والطريقة التالية كما تسميها انظمة وتعليمات IEE للتمديدات نظام (TN-C-S) هي من اكثرالطرق والانظمة شيوعاً واستخداماً من بين انظمة وطرق التأريض الاخرى. وتجدر الملاحظة الى ان ناقل التعادل / الحماية المشترك يسمى ناقل (ح. أ. م) يبين الشكل 4-8 (أ) كبل خدمة متمركزاً (خ. م. ت) اي كبلاً ارضياً واقياً متعدداً.

لا تزال المجالس الكهربائية تسمح باستخدام تسليح الكبلات كوسيلة من وسائل التأريض. وبالرجوع الى الملحق 3 من انظمة وتعليمات IEE للتمديدات سيلاحظ انه يطلق على هذه الطريقة نظام TN-S.

اذا ما تعذر على المجلس الكهربائي تأمين المستهلك بطرف تأريض حيث يمكنه من ربط نظام تأريضه مع نظام شبكة التوزيع، فانه يجب توفير مسرى "قطب" تأريض. ويطلق على هذه الطريقة نظام (TT) وهو من الانظمة الاكثر استخداماً مع المستهلكين





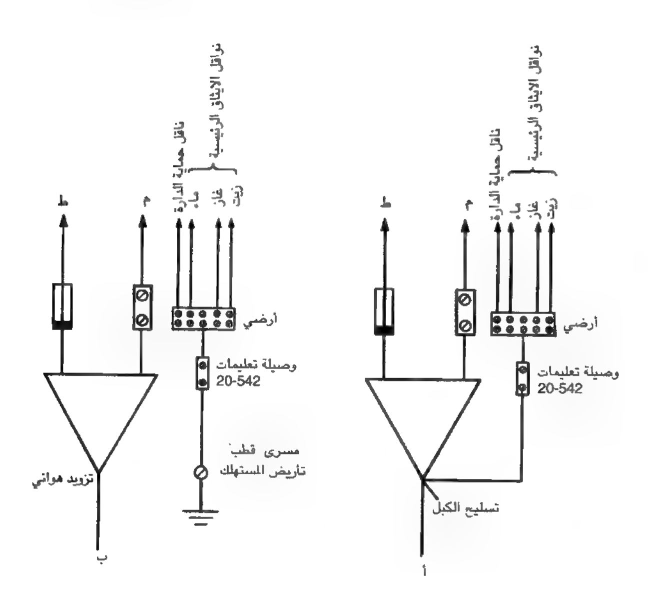
الشكل 4-8 (أ) – كبل خدمة ممركز مزود بـ « حام متعدد التأريض»

الشكل 4-8 (ب) – وصلة خدمة متفرعة غير قابلة للتشكل.

الذين يتم تزويدهم بالكهرباء عبر خطوط هوائية. هنا تبرز الحاجة الى تركيب وسائل وأدوات تيار متبق (أ.ت.م) لتجنب مخاطر الصدمة الكهربائية. يوضح الشكل (4-9) توصيلات كل من نظامي (TN-S) و(TT) ولن نتطرق الى تفاصيل هذين النظامين هنا.

يجب ان لا ننسى ان ترتيبات التأريض هذه تعد خطوة ضرورية على طريق الحدّ من امكانية تعريض اي كائن حي لصدمة كهربائية بطريقة غير مباشرة في الوقت الذي عالج فيه المقطع 13 4 من تعليمات IEE للتمديدات اربع وسائل حماية اخرى تسمى هذه الطريقة نظام التزويد المؤرض المتساوي الجهدالايثاقي ذي آلية الفصل الاوتوماتي للمصدر، (البند 413-1(i)).

يبدو هذا صعب الفهم الا انه يجب التفكير بهذه الطريقة التي تكون من خلالها الاجزاء الناقلة معرضة كاغلفة الاجهزة والمعدات المعدنية التي تندرج ضمن اطار صف 1 او تلك الاجزاء المعدنية الاخرى التي لا تشكل جزءاً من التمديدات الكهربائية كانابيب المياه والغاز التي بدورها تكون ناقلة للكهرباء. واذا ما تم ربط هذه الاغلفة او الاجزاء الناقلة بايثاق مع نظام التأريض فسوف تشكل مجتمعة منطقة مشتركة (بالاحرى منطقة جهد متساو) وذلك ضمن اطار شبكة التمديدات والتركيبات الكهربائية. يعني هذا بالضرورة انه مع حدوث خلل ارضي في تلك المنطقة فان ذلك يؤدي الى ان تكتسب

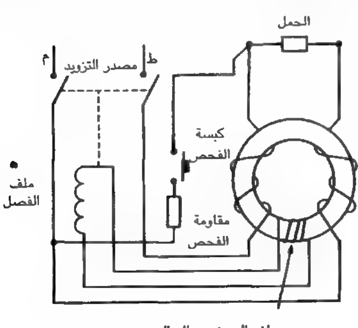


الشكل (4-9) - ترتيبات تأريض المستهلك في مواقع التزويد. (أ) - نظام TNS (ب) - نظام TT

الاجزاء المعدنية الايثاقية معاً نفس القيمة من الجهد. واذا ما قام المقاول الكهربائي بتأريض هذه المنطقة بنجاح اي بضمان معاوقة متدنية لانشوطة التأريض التي تسمح بمرور تيار العطل من خلالها بسهولة فان اجهزة ووسائل الحماية تفصل آلياً قبل ان يتلقى اي كائن حي او انسان قريب من تلك المنطقة صدمة كهربائية.

قد تكون وسائل الحماية من وسائل التيار المتبقي او من وسائل فرط التيار كالصهيرات القابلة للاستبدال شبه المقفلة BS3036، او فواصم الدارة المنمنمة BS3871، وقد تم بيان هذه الوسائل والمعاوقة القصوى لانشوطة التأريض الجداول (1A41) و(2A41) من تعليمات IEE للتمديدات . واذا ما تم الرجوع الى هذين الجدولين فسوف يلاحظ ان الجدول (1A41) يطبق لدارات مقابس المآخذ والجدول (2A41) يطبق مع دارات الاجهزة والمعدات الثابتة. والفرق بين قيم المعاوقة في الجدولين يعود الى ان الفصل في دارات مقابس المآخذ يجب ان يتم في غضون 0.4 ثانية، في حين تقفل دارات الاجهزة الثابتة في غضون 5 ثوان، (البند 413-4). والسبب في ذلك ان الخطورة مع استعمال الاجهزة والمعدات المحمولة تزداد احتماليتها وشدتهاعن الاجهزة الثابتة لذلك يجب ان تكون سرعة الفصل معها عالية، اي ان يكون الزمن المستغرق اقل ما يمكن وذلك للحدّ من مخاطر الصدمة الكهربائية.

تعد الطريقة التي يوظف فيها التيار المتبقي من افضل الطرق لاكتشاف التسرب الارضي، وبالتالي تجنب مخاطر الصدمة الكهربائية والحريق. وكما ذكرنا سابقاً فان استخدام كاشف التسرب الارضي يعد ضرورياً للتمديدات المصنفة تحت نظام TT. يبين الشكل (4-10) كيفية توصيل هذا الكاشف. كما هو ملاحظ فان ناقلي الطور والمحايد يمران من خلال محول ملفوف حلقياً بطريقهما الى الحمل. واللفيفة الحلقية عبارة عن ملف باحث يربط على التوالي مع ملف القطع. وتوجد كذلك دارة فحص لاختبار الكاشف نفسه وبشكل دوري. (انظر البند رقم 514-5 A من تعليمات IEE للتمديدات).



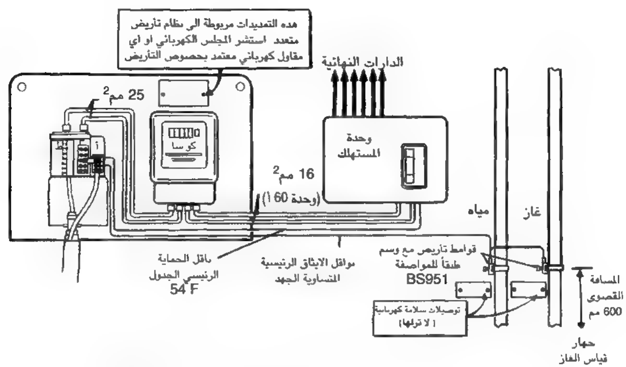
الشكل (4-10) – كاشف تسرب ارضي.

4 - التمديدات (1)

واذا كانت دارة الحمل سليمة والمفتاح الرئيسي مغلقاً فسوف يولد التيار فيضاً مغناطيسياً في طرفي اللفيفة الحلقية للمحول. ولان عدد اللفات في اللفيفتين متساو ومتعاكس في الاتجاه، فان الفيض المتولد يكون متوازناً (اي لا توجد هناك دورة للفيض). ويحدث ذلك الدوران فقط مع الحالة التي يحدث فيها تسرب ارضي اي تسرب تيار الى الارض كما في حالة حدوث خلل ارضي. يكون عددأمبير لفه في ناقل الطور اكبر منه في ناقل المحايد، في هذه الحالة يقطع الفيض المغناطيسي من خلال الملف الباحث مولداً فيه وبالتحريض تياراً يسري من خلال الدارة المغلقة، والذي بدوره يشغل آلية الفصل لكاشف التسرب الارضي الذي يفي بمتطلبات البند (413-4) المنوه عنها اعلاه. فضلاً عن توافقها مع منطوق البند 413 -6 أي أنه لمنظومة TN او TT حاصل ضرب محصلة التيار المتبقي المقدر مقاساً بالامبير ومعاوقة انشوطة عطل التأريض مقاسة بالاوم، يجب ان لا تزيد عن 50.

ومن الناحية العملية فان كاشف التسرب الارضي بقيمة مقدرة تصل الى 30 مللي أمبير يوفر درجة الحماية الكافية والضرورية ضد مخاطر الصدمة الكهربائية ويجب أن يتم تركيبه في نظام TT ليفي بمتطلبات البند (471-13). لا يسمح باستخدام هذه الكواشف او الفواصم في الدارات التي تستخدم فيها نواقل من نوع (ح. أ. م)، البند (471-14). وتجدر الملاحظة هنا الى ان ناقل (ح. أ. م) يستخدم في التمديدات ضمن اطار نظام TN-C-S. اما في جانب المستهلك (اي بعد جهاز قياس الطاقة) فيعود النظام الى نظام TN-S الاعتيادي.

في ما يتعلق بموضوع الايثاق والربط يجب الرجوع الى المقطع (547)، من تعليمات IEE للتمديدات ، حيث ينصّ البند (547-2) على ان القيمة الصغرى لمقاس ناقل الايثاق المتساوي االجهد يجب ان لا تقل عن 6 مم^2 وعند استخدام نظام التأريض TN-C-S ومقاس ناقل التزويد المحايد لا يزيد عن 35 مم^2 ، تشترط المجالس الكهربائية ان لا يقل مقاس ناقل الايثاق الرئيسي عن 10 مم^2 . ولكن ينصح في هذا الصدد بمراجعة المجلس الكهربائي المحلي للتأكد من هذه المسألة. والتعليمات التالية على جانب كبير من الاهمية ونقصد بها تلك التي عالجها البند رقم (547-3) والتي اهتمت بموضوع ربط ناقلات الايثاق الى انابيب الغاز والمياه. انظر الشكل (4-11). ويجب ان يتم ذلك في جانب المستهلك وعند اقرب نقطة دخول ما امكن. ينصح عادة بان يتم الربط



الشكل (4-11) – نظام تأريض متعدد لغايات الحماية (TN-C-S)
يبين ايثاقاً متساوي الجهد لمرافق خدمية اخرى (مياه، غاز).

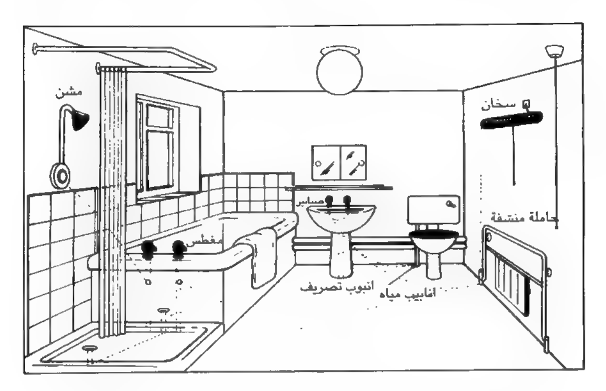
مع انابيب الغاز على بعد لا يزيد عن 600 مم من مقياس الغاز. ومن الخدمات الاخرى التي تتطلب نظام ايثاق مشترك الاجزاء المعدنية المكشوفة من الابنية، مثل منظومات التدفئة المركزية والتكييف، كل هذه الايثاقات يجب أن توصل مع طرف التأريض الرئيسي كما ويجب توفير وصلة اختبار من اجل فحص وقياس مقاومة التأريض كما نص على ذلك البند رقم (542-19). يجب ان تكون وصلة الفحص هذه سليمة ميكانيكياً وكهربائياً بحيث يتم فصلها باستخدام اداة معينة. يجب وضع لافتات ورسوم ارشادية معينة عند النقطة التي يتم عندها ربط ناقل التأريض الى مسرى التأريض، وعند النقاط التي يتم ربط نواقل الايثاق الى الاجزاء الخارجية الناقلة للتيار، ويجب كذلك اضافة بعض العبارات التحذيرية كالعبارات التالية: توصيلات كهربائية لغايات السلامة لا تزلها. وهذه من متطلبات البند رقم (542-7) والبند رقم (542–18) ويستخدم لتثبيت هذه الاشارات التحذيرية والارشادية قامط تأريض معياري طبقاً



الشكل (4-12) – قامط تأريض معياري.

للمواصفة البريطانية 951 كما هو مبين في الشكل (4-12)، ويصنع عادة من مادة غير حديدية (مغناطيسية) او البرونز او النحاس الاصفر.

يتطلب الامر مع تمديدات الدارات النهائية ايثاقاً او رابطة اضافية ويعود ذلك الى حقيقة كون العديد من الاجزاء الناقلة للكهرباء كالانابيب والصنانير (الحنفيات) والمشنات (دوش) والمشعات، الخ. يتم ربطها بواسطة فلكات بلاستيكية الى جانب ان الادوات والتمديدات الصحية لا يتم ربطها مع نقطة دخول الخدمة حيث تم انجاز توصيلات الايثاق المتساوية الجهد. يمكن الرجوع الى متطلبات هذه النواقل الايثاقية الاضافية في البند رقم (413-7) التي تطبق على تمديدات الايثاق الاضافية المحلية لادامة منطقة تساوي الجهد. في ما يتعلق بالأجزاء المعدنية السابقة الذكر، التي تستخدم في المطابخ التجارية، فانها تستطيع نقل فرق جهد التأريض اذا ما تم تركيبها على ارضية مبلطة غالباً ما تكون رطبة أو عندما تكون على تماس مع الاجهزة والمعدات الكهربائية او الأسلاك الكهربائية. والحالة هذه فانه يجب أن تضم هذه الأجزاء المعدنية المتحركة الى نطاق التأريض الموثق باستخدام كبلات مرنة بطول مناسب لتجنب عدم استمرارية التوصيل. مثل هذه التوصيلات والمفاصل يجب ان يتم انجازها باستخدام ادوات معينة. ويسمح فقط لعمال مهرة من الكهربائيين باجراء مثل هذه التوصيلات. كما تقتضي متطلبات البند رقم (471-35) تأريض الاجزاء الناقلة المكشوفة على نحو



الشكل (4-13) – توصيلات تأريض اضافية موثوقة في حمام (مبينة بالخط المتقطع).

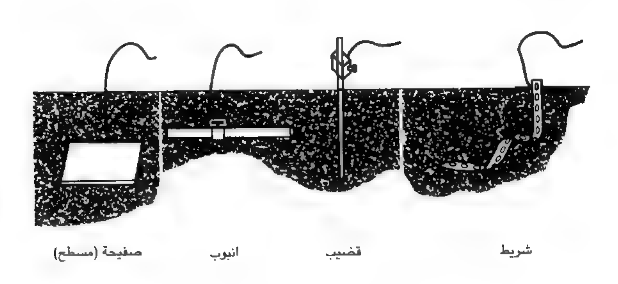
أني من تلك الملاحظة في الحمامات او غرف المشنات. انظر الشكل (4-13). ويلزم انجاز مثل هذا الربط بغض النظر عن كون اي من هذه الاجزاء قد تم ربطها ببعض خارج الغرفة. ويمكن انجاز ذلك داخل خزانة هوائية او تحت الارضية. هذا وقد تم التعرض لمزيد من التفاصيل المتعلقة بمتطلبات التأريض في البنود من (547-4) ولغاية (547 -7) من هذه التعليمات والتي نصت على ان المقاس الاصغر المسموح به لنواقل التأريض الموثق هو 4.0 مم^2 اذا كان الكبل غير مزود بحماية ميكانيكية و 2.5 مم^2 اذا كان مزوداً بحماية ميكانيكية. واذا ما كان الكبل مكشوفاً ومعرضاً للعوامل الخارجية من ميكانيكية او فيزيائية فسوف يكون عرضة لمخاطر التلف نتيجة للعوامل المادية أوبفعل التآكل خاصة في الاجواء المشبعة بالرطوبة. تنصّ المادة (471-36) من التعليمات على وجوب فصل دارات الحمامات في زمن لا يتجاوز 0.45 ثانية.

في الوقت الذي تكون فيه مسألة تحديد مقاس الحدّ الادنى لناقل التأريض المتساوي الجهد الموثق للمستهلك من مهام سلطات التزويد بالكهرباء، فان اختيار مقاس ناقل

4 - التمديدات (1)

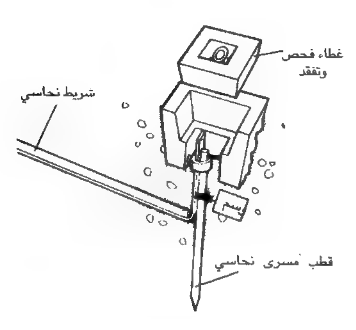
الحماية الرئيسي يرجع الى المستهلك شرط ان يفي المقاس المختار بالمتطلبات المنصوص عليها في التعليمات. ويمكن تحقيق ذلك من خلال طريقتين، اما باجراء الحسابات اللازمة في ضوء الصيغة الرياضية المنصوص عليها في البند رقم (543-2) واما باستخدام الجدول F 54 المعطى في البند رقم (543-3). اذا ما تم استخدام الطريقة الاولى اي الطريقة الحسابية، فمن المتوقع ان يتم اختيار كبل بمقاس اصغر، في حين اذا ما تم استخدام طريقة الجدول، فان المقاس المحدد يجب ان ينسب الى المقاس الرئيسي لناقل الطور، ومثال ذلك انه اذا كان المقاس المحدد 10 مم^2 ، فان ناقل الحماية يجب ان يكون 10 مم^2 . اما اذا كان المقاس 25 مم^2 ، فان مقاس ناقل الحماية يمكن ان يكون 16 مم^2 ، واذا ما زاد المقاس عن 35 مم^2 ، فان مقاس ناقل الحماية يكون في كل الاحوال مساوياً لنصف مقاس الناقل المحدد. وهذه الطريقة اسهل نظيراتها مع الاخذ بعين الاعتبار وجوب كون ناقل الحماية وناقل الطور من مادة تصنيع واحدة.

تعتبر نواقل دارات الحماية اساسية بالنسبة لتلك الدارات النهائية الواجب تأريضها مع انها ليست ضرورية بالنسبة للاجهزة والمعدات التي تندرج ضمن اطار الصف II حيث ان تلك المعدات والاجهزة تعتمد على خاصية العزل المزدوج لغايات السلامة ويجب ان تنسحب على الدارات نفسها كذلك. ويجب ان تحسب مقاساتها طبقاً للتعليمات المنوه عنها اعلاه وبالذات تلك المنصوص عليها في البندين (543-2) و(543 -3).وتعمد بعض التعليمات الاخرى الى التعامل معها تحت مصطلح ناقل الحماية وهي كذلك مع ان ذلك قد يكون مدعاة للوقوع في شيء من الالتباس حيث قد يستدعي الامر الرجوع الى تعريفات تلك المصطلحات دائماً للوقوف على مدلولاتها بوضوح. يجب ان يصار الى تحديد نواقل الحماية للدارات النهائية الحلقية على نحو حلقي كذلك ومشابه لنواقل الطور والمحايد. كما يجب تحديد نواقل الحماية المعرَفة باللونين اخضر/اصفر طبقاً للتعليمات المنصوص عليها في البند (524-1). وبهذا الصدد نذكر ان المجاري الانبوبية المرنة لا يمكن استخدامها كناقل حماية ولكن بعض انظمة التمديدات المعدنية بمقدورها فعل ذلك. ومن تلك الانظمة التي تستخدم المجاري الانبوبية المعدنية والمجاري الصندوقية المعدنية والانظمة التي تستخدم كبلات مسلحة، الخ. آخذين بعين الاعتبار وجوب ان يكون ذلك طبقاً للتعليمات المنصوص عليها في البندين (543-2 و543-3).



الشكل (4-14) – انواع اقطاب التأريض.

فيما يتعلق بكل مسرى "قطب" تأريض فقد سمح البند (542-10) من التعليمات باستخدام انواع متعددة منها، ويبين الشكل (4-14) بعضاً منها. وتعتمد عملية الاختيار هنا على الظروف والاجواء المحيطة، كاحتمالية التعرض الى التآكل الذي يرفع من مقاومة التأريض، (البند 542-13)، او نوعية التربة نفسها كأن تكون جافة او متجمدة. اما من حيث المواد التي تدخل في تصنيع اقطاب التأريض فيجب ان تكون قادرة على التحمل، ومقاومة للتآكل، (البند 542-12). قد يتطلب الامر في بعض الحالات وجوب تركيب اكثر من مسرى "قطب" لضمان الحصول على اقل قيمة ممكنة لمقاومة التأريض، ويمكن تحقيق ذلك عملياً بتركيب قضبان التأريض بحيث تكون المسافة بينها متباعدة بما يزيد عن اطوالها. يبين الجدول A54 من تعليمات IEE للتمديدات مساحة المقطع العرضي الصغرى والمسموح بها بالنسبة لنواقل التأريض المدفونة وعندما تكون: (1) محمية ضد التآكل، (2) لا تكون محمية ضد التآكل. وبمراعاة في ما لو كانت تلك النواقل محمية ميكانيكياً او غير محمية. يبين الشكل (4-15) ترتيبة قطب تأريض مجهزة ومزودة بالحماية الكاملة وبامكانية الفحص والتفقد. من الضروري جداً ان يركب مسرى التأريض على نحو يمكن الجهات ذات العلاقة بفحصه وصيانته ومن الوصول اليه بسهولة، ويجب رسمه كذلك طبقاً للتعليمات المنصوص عليها في البند (514-7).



الشكل (4-15) - تجهيز قطب "مسرى" تاريض.

وتعد الحماية الميكانيكية للنواقل على جانب كبير من الاهمية كونها تخترق التربة وصولاً الى مرافق المستهلك. ويمكن توفير هذا النوع من الحماية الميكانيكية باستخدام انبوب معدني قصير او انبوب بلاستيكي (PVC) صلب. وفي نهاية المطاف، نعود ونذكر ان التأريض الموثق المتساوي الجهد والفصل الاوتوماتي لمصدر التزويد من اهم الطرق للحماية ضد التماس غير المباشر مع الاجهزة او المعدات والتجهيزات المكهربة. وللاطلاع على طرق اخرى يمكنك الرجوع الى البند (413-1).

تصميم التمديدات الكهربائية

يغطي الجزء الثالث من تعليمات IEE للتمديدات الذي يقوم بمراجعة الخصائص العامة للتمديدات، النقاط البارزة التي تنظم عملية تصميم التمديدات الكهربائية. ومراجعة لهذا الجزء من شأنها ان تبين وجوب اعتبار عدد من المجالات الهامة مثل: الغرض من التمديدات، التركيب العام ومصدر التزويد، العوامل الخارجية المؤثرة في التمديدات، كفاية وقابلية المعدات والتجهيزات للصيانة والخدمات الواجب توفيرها لغايات السلامة.

ينص المتطلب الاول في المقطع 311 على وجوب ضمان معدلات طلب وتنوع قصوى من شأنها تسهيل مهمة اختبار المضابط والكبلات للتمديدات. وفي حال اغفال هذا الجانب فالنتيجة ستكون تصميماً غير اقتصادي الى جانب تزايد احتمالات عدم استخدام التمديدات والتجهيزات على نحو كامل. فالهدف اذن تحقيق التنوع ومراعاته بما يضمن مواجهة الاحتياجات الآنية وتوفير إمكانية للتوسعات المستقبلية للبناية.

يفترض ان يكون بين يدي المصمم الكهربائي معلومات كافية واساسية حول الاجهزة والمعدات ولوحات التوزيع. والمثال التالي يساعد على توضيح كيفية تطبيق ومراعاة التنوع. وتجدر الاشارة هنا الى وجوب الرجوع الى الملحق 4 الجدول 4A والجدول 4B من تعليمات IEE للتمديدات .

1- احسب قيمة التيار المطلوب للطباخ المنزلي ذي قدرة مقدارها 12كو وفلطية مقدارها 240 فلط وبه مقبس 13 أ مشمول بوحدة التحكم.

في البداية ارجع الى الجدول 4 أ المنصوص عليه في تعليمات التمديدات، ستلاحظ انك مطالب بايجاد اول 10 أ من حمله الكامل، ومن ثم تضيف اليه ما نسبته 30% من التيار المتبقي زائداً 5 أ، وعليه يكون التيار الكلي:

التيار (ت) = القدرة (قد) ÷ الفلطية (ج)

ت = قد / ج

$$= \frac{12000}{240}$$

= 50 أ

وسوف يكون التيار المطلوب (تيار التصميم):

ت = [10 + (30% × 40) + 5]

= 27 أ

ملاحظة: من المهم جداً ان نتذكر دائماً ان سماحيات التنوع يتم تطبيقها في ضوء المفهوم العام الذي ينص على انه لا تستخدام الدارات الكهربائية كافة في آن واحد. حيث تطبق هذه السماحيات على دارات معينة واجهزة ومعدات مربوطة مع النظام.

ملاحظة: سماحية التنوع هي النسبة بين الحدّ الادنى من الحمل الحقيقي الى الحمل المركّب.

2- لدينا بناية مكاتب تزود بمصدر تزويد ثلاثي الاطوار 415 فلط، 50 هز باربعة اسلاك. وتشتمل البناية على الاحمال الكهربائية التالية:

أ- وحدة اضاءة فلورية مزدوجة 85 و، عدد 240.

ب- نظام تدفئة ارضي 21 كو، عدد 1.

ج- دارات نهائية حلقية 30 أ، عدد 2.

د- محركات حثية "تحريضية" ثلاثية الاطوار 20 كو، 415 ف، 50 هز ومردود كل منها 90% ومعامل قدرتها 0.75 متأخر، عدد 3.

هـ- طباخ كهربائي 12 كو 240 فلط، عدد 6.

و- سخان ماء 2 كو، 240 فلط يتم التحكم به بواسطة منظم حراري، عدد 12.

احسب حجم او مقاس المضابط لهذه التمديدات.

كما ذكرنا سابقاً فانه من اجل الحصول على توازن في الاحمال عند كل طور فقد تم تطوير الطريقة التالية:

أ- يجب ان يتم ربط مجموعة 80 وحدة اضاءة فلورية مع كل طور مع وجوب استخدام الثابت 1.8. (انظر الملاحظة في التعليمات) وكذلك 90% سماحية النوع:

$$ت = \frac{قد}{ج}$$

وحيث ان:

قد = 80 × 2 × 85 ×(0.9 × 1.8) مزدوجة

= 22032 و

فان:

$$ت = \frac{22032}{240}$$

= 91.8 أ

ب- سيكون هنالك وحدة تدفئة أرضية بقدر 7 كو موصولة مع كل طور وهنا لا يتم تطبيق معامل سماحية التنوع وعليه:

$$ت = \frac{قد}{ج}$$

$$ت = \frac{7000}{240}$$

= 29.167 أ

ج- سيتم ربط اربع دارات نهائية مع كل طور على افتراض انها تراعي تعليمات التمديدات المنصوص عليها في الملحق 5 وهنا سيكون معامل التنوع 100% لأكبر دارة و 50% للدارات الاخرى وعليه:

ت = 30 + (%50 × 90)

= 75 أ

د- بما ان مقررات المحركات الحثية متساوية، وحيث يمكن تطبيق معامل التنوع على كل منها، فان تيار الطور المسحوب من كل محرك سيكون:

$$ت = \frac{قد_0}{\sqrt{3} \times ج_خ \times ع_{قد} \times مر}$$

حيث:

قد$_0$ = القدرة الخارجية

مر = المردود لكل وحدة (الكفاءة).

ع$_{قد}$ = معامل القدرة

وعليه،

ت = 2000 / (1.732 × 415 × 0.75 × 0.9)

= 41.22 أ

بتطبيق معامل التنوع لكل محرك 100% للمحرك الاول، 80% للمحرك الثاني، و60% للمحرك الثالث، وبالتالي:

ت = 41.22 + (0.8 × 41.22) + (0.6 × 41.22)

= 98.93 أ

هـ- بما ان لدينا ستة طباخات فسوف يتم ربط كل اثنين على طور، اي 12كو لكل طور، وهنا يتم تطبيق معامل التنوع وعليه سيكون تيار كل طور كما يلي:

$$ت = \frac{12000}{240}$$

ت = 50 أ

ينطبق معامل التنوع على اساس 100% للطباخ الاول و80% للطباخ الثاني، فانه يمكن حساب التيار كما يلي:

ت = 50 + (0.8 × 50)

= 90 أ

و - وجود 12 سخان ماء يعني وجوب ربط كل اربعة منها على طور (8 كو لكل طور) وهنا لا يتم تطبيق معامل التنوع وعليه فان:

$$ت = \frac{8000}{240}$$

ت = 33.33 أ

في ضوء ما تقدم سيكون مجموع التيار (الحمل) الكلي المطلوب كما يلي:

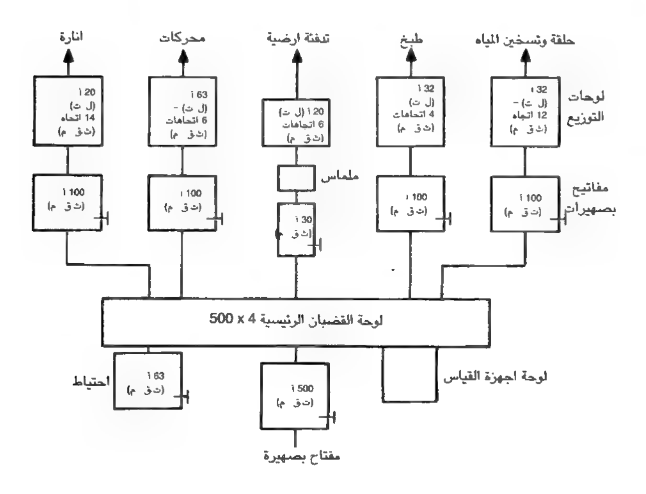
ت = 91.8 + 29.167 + 75 + 98.93 + 90 + 33.33

ت = 418 أ

4 – التمديدات (1)

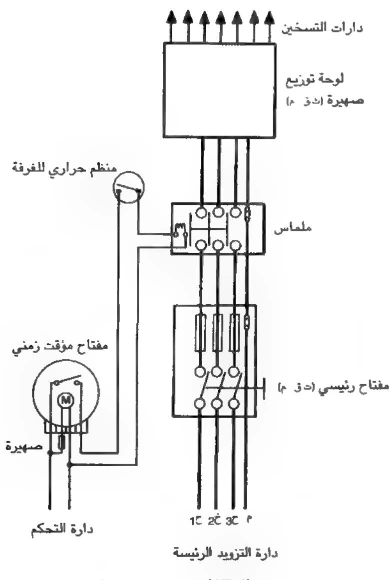
وسوف يكون التيار المقدر للصهيرة الرئيسية التي تتحكم بالتمديدات (500 أ) لمواجهة التوسعات المستقبلية. يبين الشكل (4-16) الترتيب النموذجي التقليدي لهذه التمديدات. ويفترض ان تكون لوحات التوزيع بمقدرات مناسبة وكافية بحيث تستطيع حمل الاحمال الكلية المربوطة اليها بدون تطبيق اي معامل تنوع او سماحية.

يبين الشكل (4-17) ترتيبات التمديدات لمصدر التزويد لنظام التسخين الارضي الذي يتم التحكم به عن طريق ملماس ومؤقت زمني.



الشكل (4-16) – لوحة توزيع المضابط لبناية مكاتب.

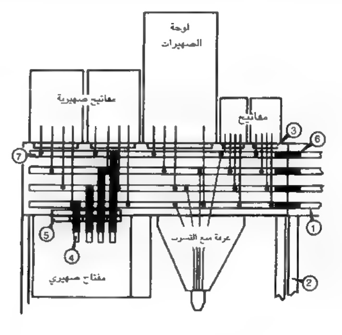
من الجـدير بالملاحظة في هذه المرحلة اهمـيـة تزويد الجـهـات المصنعـة او المزودة بالمعلومات الكافية حول لوحات المفاتيح ذات التصميم الخاص. يجب اعطاء معلومات حـول حـجم او مـقـاس كبل الدخـول وعدد قلوبه وهل مطلوب ان تكون من النحـاس ام الالمنيوم. كما يريد المصنع ان يعرف متطلبات الصيانة للوحة في ما اذا كانت امامية او خلفية الى جانب معرفة ابعاد وارتفاع الغرفة المخصصة للتركيب وتجهيز الكبل سواء



الشكل (17-4) – تزويد دارات التسخين.

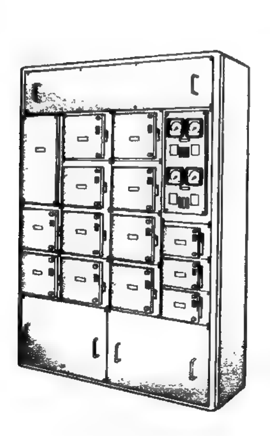
من اعلى او من اسفل واذا كان من اسفل هل سيكون هناك خندق، وما هي ابعاده ؟ يتم تصنيع بعض لوحات المفاتيح في الموقع. ومن المهم الرجوع الى كتيبات المواصفات ذات الطبعات الاخيرة عند طلب المركبات والمكونات. انظر الشكل (4-18).

عند توريد لوحة مفاتيح او قطعة من الاجهزة الكهربائية الثقيلة الى الموقع يجب ان يتم تحريكها وتداولها بحذر وان تحفظ في مكان يقيها مخاطر التلف والتحطم او التلوث والاتساخ بفعل اجواء العمل المغبرة او التي يتم التعامل فيها مع الزيوت والشحوم. كما يجب وقايتها وحمايتها من الظروف والاجواء الرطبة المساعدة على التآكل.



الشكل 4-18 (أ) – مكونات لوحة المفاتيح.

1 – غرفة القضبان الرئيسية
2 – قائم وصفيحة خلفية
3 – قنوات القمط للمفتاح ولوحة الصهيرات
4 – وصيلات المفتاح الصهيري / (قضبان التوصيل، التوزيع)
5 – صفائح عزل
6 قارنات قضبان التوزيع
7 – توصيلات كيل قضيب التوزيع



الشكل 4-18(ب) – لوحة مفاتيح مكعبة.

يجب على المصمم الكهربائي بيان خصائص مصدر التزويد التالية وطبقاً للتعليمات المنصوص عليها في المقطع 313 من تعليمات IEE للتمديدات وهي:

1- الفلطية الاسمية.

2- طبيعة التيار والتردد.

3- تيار قصر الدارة المتوقع عند المآخذ.

4- نوعية ومقدرات وسائل الحماية ضد الزيادة في التيار وعند المآخذ.

5- ملاءمة متطلبات التمديدات بما في ذلك الحمل الاقصى المطلوب.

6- معاوقة انشوطة التأريض الخارجية.

عملياً فان المصمم يحصل على العديد من هذه المعلومات من خلال مجلس الكهرباء المحلي.

على سبيل المثال:

سوف يعطى المستهلك المنزلي مصدر تزويد 240 فلط تيار متناوب على تردد مقداره 50 هز وفي معظم الحالات فان ترتيبات الخدمة تسمح بحمل اقصى لا يتجاوز 100 أ ولتحقيق الخاصية (3) اعلاه يعمد المجلس ولغايات حماية التمديدات الى تركيب صهيرة خرطوشية ذات سعة قطع عالية من النوع I المطابق للمواصفة البريطانية BS1361، وذلك عند مدخل الخدمة. ويعود السبب في ذلك الى وجوب اعتبار مستوى شدة تيار العطل الذي قد يلحق اضراراً بالتمديدات آخذاً بعين الاعتبار موقع محول التزويد من المنظومة. وكلما كان المستهلك قريباً من محول التزويد، كلما كبرت القيمة المحتملة لتيار العطل (قد تصل القيمة الى ما يقارب 16000 أ).

ولحماية كافة المستهلكين ضد هذا الخطر يتم اختيار الصهيرة المطابقة للمواصفة البريطانية BS 1361 ذات القيمة القصرية المقدرة 16500 أ.

ويبين الجدول التالي تيارات قصر الدارة المقدرة ولاطوال مختلفة من خطوط الخدمة التي تستخدم كبل خدمة قياس 16 مم^2 من النحاس او 25 مم^2 من الالمنيوم:

طول خط الخدمة (م)	التيار المتوقع (ك أ)
0	16.0
2	13.7
4	11.7
6	10.1
8	8.8
10	7.8
12	7.0
14	6.3
16	5.7
18	5.3
20	4.9
30	3.5
40	2.7
50	2.2

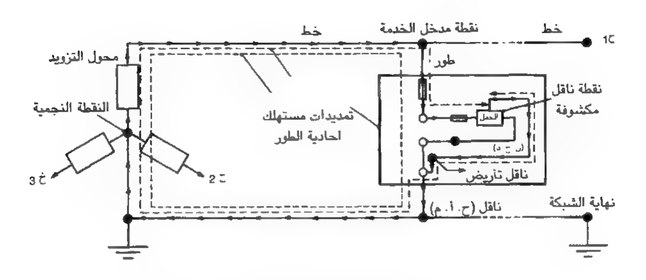
آخذين بعين الاعتبار معاوقة انشوطة العطل الارضي الخارجية للتمديدات ظ ; . فان القيم النموذجية القصوى لهذه المعاوقة وللانظمة الثلاثة التي تم استعراضها مسبقاً هي:

1- نظام TN-C-S: Ω 0.35

2- نظام TN-S: Ω 0.85

3- نظام TT: Ω 21.0

ومعاوقة انشوطة العطل الارضي الخارجية هي ذلك الجزء من منظومة التوزيع في جانب صهيرة القطع المركبة في اللوحة وتتضمن المسار الذي يسلكه تيار العطل بين ناقل الطور والناقل المحايد عبر محول التزويد الرئيسي. وهذا صحيح بالنسبة لكل من نظامي TN-S وTT ولكن لا ينطبق ذلك تماماً على نظام TN-C-S حيث ان التيار يكمل دورته من خلال الناقل (ح. أ. م). يبين الشكل (4-19) مخططاً لمسار المعاوقة الى



الشكل (4-19) – مسار معاوقة انشوطة عطل الارضي لنظام TN-C-S

جانب المسار الكلي لانشوطة معاوقة العطل الارضي ظ$_{ا}$ والذي يتكوّن من ظ$_{ؤ}$ ومقاومة كل من ناقل الطور م$_{1}$ ومقاومة ناقل الحماية م$_{2}$.

ان هذا المخطط ليس صعباً للفهم اذا ما تخيلنا مستهلكاً واحداً قد تم ربطه الى نظام توزيع من نوع TN-C-S. حيث ان كلاً من ملفي الطور لمحول التزويد له مقاومة (م) ومفاعلة (ص) وتأثيرهما المشترك يسمى المعاوقة (ظ). ولمزيد من الايضاح فقد تم تضمين دارة نهائية واحدة من تمديدات المستهلك والمعاوقة الكلية لانشوطة العطل الارضي ضمن مسار هذه الدارة وهو المسار الذي يتخذه تيار العطل ت$_{ق}$. سيلاحظ انه اذاما حدث ذلك عند الحمل، فان التيار المتسرب سيسري باتجاه ناقل الحماية ومن ثم من خلال الناقل (ح. أ. م) الى النقطة النجمية لمحول التزويد. ثم يعود الى نقطة العطل عبر ملفات الطور الاحمر من ملفات المحول فخط التوزيع فالدارة النهائية. واذا ما تذكرنا ان الهدف هو التسبب في احداث فصل اوتوماتي لمصدر التزويد وحيث ان القيمة المقدرة لصهيرة الدارة النهائية اقل من القيمة المقدرة لصهيرة القطع الرئيسية فسوف تنصهر تلك الصهيرة عازلة ذلك الجزء من الدارة وفي حدود الزمن القياسي المطلوب 0.4 او 5 ثوان كما ذكرنا سابقاً. كما تجدر الملاحظة الى انه اذا ما حدث قصر دارة في هذا النوع من نظم التأريض وذلك بين النواقل المكهربة (مثل الطور

والمحايد)، فسوف يصبح عطلاً ارضياً عند علبة التوصيل حيث ينفصل الناقل (ح. أ. م). ومن الجدير بالتذكر ايضاً ان نظام TN-C-S يعود ويصبح نظام TN-S بعد مقياس الطاقة، وبالتالي من المهم تركيب كاشف تسرب ارضي للتحري عن التيار المتسرب الى الارض. وهذا يعني انه في حالة تركيب مثل هذا الكاشف فانه سيعمل على فصل المنظومة باكملها قبل ان تعمل وسائل الحماية الاخرى والخاصة بكل دارة. وطبيعي ان ينطبق هذا على الحالة التي يتم فيها تركيب ذلك الكاشف كفاصم او مفتاح رئيسي للتحكم بالدارات النهائية.

على اية حال ومن اجل التأكد من ان زمن الفصل أقل من اي من الزمنين المحددين سابقاً فإن المعاوقة الفعلية للمنظومة $ظ_م$ باستخدام المعادلة المنصوص عليها في الملحق 8 من تعليمات IEE للتمديدات وهي $ظ_م = ظ_أ + (م_1 + م_2)$ ومن ثم استخدام الملحق 17 للتأكد من قيم $م_1$ و $م_2$.

تقارن النتيجة المتحصلة من الحسابات مع القيمة القصوى للمعاوقة المنصوص عليها في الجدول 41A1 او جدول 41A2 تبعاً لطبيعة دارة التغذية سواء كانت تغذي مقابس مخارج او اجهزة ثابتة. اذا كانت القيمة المحسوبة اقل من تلك المنصوص عليها في الجداول فان تصميم الدارة يكون سليماً وسوف تحمل تياراً كافياً للفصل وفي زمن يقل عن الزمن المنوه عنه سابقاً. يفترض ان يكون المصمم على علم مسبق بنوعية وسيلة الحماية ولكل دارة نهائية، واذا ما جمع ذلك الى خصائص الزمن–التيار المعطاة في الملحق 8 فانه يمكن تقدير زمن الفصل.

يستند ما تم التعرض اليه اعلاه الى افتراض مفاده ان دارة نهائية قد تم تركيبها او تمديدها. وهذه في واقع الحال مسؤولية المصمم. يغطي الملحق 9 من تعليمات التمديدات الخطوات المتبعة في اختيار الكبلات والنواقل للدارات. ويمكن تسهيل الامر بالرجوع الى المقطع 433. البند 433-2، (التنسيق بين النواقل ووسائل الحماية) وتتوضح الغاية هنا في الملاحظات 1 حيث تقضي الصيغة $ت_{نص} \geq ت_{أ} \geq ت_{تص}$ على ان القيمة الاسمية لتيار وسيلة الحماية $ت_أ$ يمكن ان يساوي تيار التصميم $ت_ظ$ ، ولكن لا يقل عنه، ويمكن ان يكون مساوياً او اقل من ادنى قيمة تيار يمكن لاي ناقل من نواقل الدارات حملها. ويعني هذا ببساطة انه يمكن تصميم دارة على 10 أ مثلاً، وبالتالي تزويدها بصهيرة 10 أ وتمديد كبلات بقيمة مقررة 10 أ. اذا ما تمت زيادة تيار الصهيرة مثلاً الى 15 أ فان القيم المقررة لكبلات الدارة يجب ان تكون قادرة على حمل 15 أ.

في حال تصميم الدارة على نحو سليم فهذا يقتضي بالضرورة ان تسمح وسيلة الحماية بسريان تيار التصميم بامان وسلامة. وفي الوقت ذاته يجب ان تكون قادرة على فصل الدارة قبل ان تتلف النواقل ذاتها. وهذه هي الغاية من المعادلة الثانية التي تضع حداً على وسيلة الحماية، بحيث لا يزيد تيار التشغيل الفعلي لها ت $_2$ عما قيمته (ت$_2$ × 1.45). والاهتمام الاولي هنا هو تمكين وسيلة الحماية من فصل الدارة ومنع نواقل الدارات من ان تتجاوز حرارتها الدرجات التشغيلية الاعتيادية وفي نفس الوقت تسمح بتجاوز الحمل المقرر لفترة قصيرة كما في حالات اقلاع المحركات الكهربائية.

تجدر الملاحظة هنا الى ان تجاوز التيار المقرر يعود الى سببين هما: زيادة التحميل او قصر الدارة. إن زيادة التحميل قد تحدث في أي دارة اعتيادية سليمة، ولكن قصر الدارة ينتج عن عطل ذو معاوقة غاية في الصغر لدرجة يمكن اهمالها. ونعود لنذكر هنا على ان درجات الحرارة المفرطة يمكن ان تنتج مع حالات قصر الدارة بسبب التأثير الحراري والمغناطيسي للتيار الكهربائي. و في هذه الحالة يتطلب الامر زمناً قياسياً ومتدنياً يصل الى بضعة اجزاء من الملي ثانية لفصل الدارة المعطوبة. والمثير للانتباه ان وسائل الحماية المخصصة لقصر الدارة تكون ذات تيار بقيمة مقدرة اسمية اكبر من القيمة المقدرة للناقل المحمي. تنص المادة 434-5 من التعليمات على ما يلي :

"حيثما اقتضى الامر استخدام وسيلة الحماية ضد فرط التحميل طبقاً لما ورد في المقطع 433 لغايات الحماية ضد قصر الدارة، ولم تكن سعة الفصل المقدرة لها اقل من القيمة المتوقعة لتيار قصر الدارة عند نقطة تركيبها فيمكن الافتراض بشكل عام ان متطلبات التعليمات قد تمت مواجهتها باعتبار حماية الناقل ضد قصر الدارة وعلى جانب الحمل من تلك النقطة".

يعطي الجدول المبين في الشكل (4-20) مزيداً من التفاصيل حول وسائل الحماية الشائعة الاستخدام واستخداماتها في دارات المستهلك.

لسوء الحظ ان الصهيرة المعيارية 3036 طبقاً للمقاييس البريطانية ذات معامل انصهار يقترب من 2 ولان هذا يعني تجاوز حدّ التشغيل الفعلي 1.45 المنوه عنه سابقاً وعليه يتطلب الامر تضمين معامل اعادة تقدير مقداره 0.725 والذي سنناقشه تالياً ومن باب انه واحد من جملة معاملات التصحيح التي تبحث في موضوع اختيار مقاسات النواقل.

وسيلة الحماية	مرجع الفهرس	سعة الفصل المقررة (ك أ)	الاستخدامات
صهيرات خرطوشية BS88		80	مرافق صناعية وعامة
صهيرات خرطوشية BS1361		16.5 33	مرافق منزلية وعامة
صهيرات خرطوشية BS1362		6	مرافق منزلية
صهيرات شبه مغلقة سلكها قابل للاستبدال BS3036	S1 S2 S4	1 2 4	عامة عامة عامة
فواصم دارة منمنمة BS3871 (الجزء الاول)	M1 M1.5 M2 M3 M4 M6 M9	1 1.5 2 3 4 6 9	عامة (دارات نهائية بشكل خاص)
فواصم دارة مصبوبة الأغلفة BS4752 (الجزء 1)		تبعاً للتصميم	مرافق صناعية

خصائص فواصم الدارة المنمنمة BS3871	
النوع	تيارات الفصل اللحظية
1	4.0 In الى 2.7 In
2	7.0 In الى 4.0 In
3	10.0 In الى7.0 In
4	50.0 In الى 10.0 In

الشكل (4-20) – وسائل حماية الدارة الشائعة الاستخدام.

بداية يجب ملاحظة ان معامل الانصهار او الفصل هو النسبة بين القيمة الصغرى المقدرة لتيار الانصهار او الفصل والقيمة المقدرة للتيار. واستناداً الى الاسس المنوه عنها اعلاه وفيما يتعلق بالصهيرة القابلة للاستبدال فان التيار الذي يتسبب في التشغيل الفعال (2 × $ت_أ$) يجب ان لا يتجاوز حاصل ضرب 1.45 في السعة الحملية للتيار لاصغر ناقل في الدارة $ت_ظ$.

وعليه فان :

$$ت_ح \geq 2 \times ت_أ$$

وكذلك :

$$ت_ح \geq 1.45 \times ت_ظ$$

وبالتعويض في الصيغتين اعلاه نحصل على ما يلي :

$$2\ ت_أ \geq 1.45 \times ت_ظ$$

من الملاحظ ان :

$$ت_أ \geq 0.725\ ت_ظ$$

وبالتالي فان :

$$ت_ظ \leq \frac{ت_أ}{0.725}$$

والثابت 0.725 عبارة عن معامل تصحيح للصهيرة القياسية BS3036 حسب المواصفات البريطانية ومن معاملات التصحيح الاخرى معامل العزل الحراري $ي_ح$ ومعامل درجة حرارة المحيط $ي_م$ ومعامل التجميع $ي_ت$، والملاحظة المشار اليها في

4 – التمديدات (1)

اسفل البند رقم 522 -6 تشير الى القيمة الواجب تطبيقها في الحالة التي يكون فيها الكبل على تماس مع العزل الحراري وهي 0.5 اذا كان العزل الحراري محيطاً بالكبل بشكل تام، في حين تم اعطاء معاملات التصحيح الخاصة بدرجة حرارة المحيط في الجدولين 9C1 و9C2 ولكل نظام من انظمة التمديدات يستخدم الجدول 9B لمعاملات التصحيح الخاصة بالتجميع. وهنا يجب ان تتم قراءة الملاحظة التي تعرّف مصطلح "التباعد".

يمكن انجاز خطوات اختيار الحجم اوالمقاس المناسب للكبل/الناقل لدارة معينة كما يلي :

1- احسب تيار التصميم للدارة $ت_{تص}$.

2- اختر وسيلة حماية مناسبة بقيمة مقررة مساوية او اكبر من قيمة تيار التصميم $ت_{م}$. وبهذا الصدد انظر تعليمات IEE. الجدولان 41A1 و41A2 ودوّن ملاحظة حول القيمة العظمى $ظ_{م}$.

3- ارجع الى جدول نظام التمديدات المختار، (الجداول 9D1 الى 9L2) واستخلص اياً من معاملات التصحيح الممكنة، وتذكر ان كافة الجداول تستند الى درجة حرارة محيط مقدارها 30°س.

4- طبق معامل التصحيح اعلاه او اي معامل تصحيح آخر في الصيغة التالية :

$$ت_{ظ} = \frac{ت_{ا}}{ي_{ح} + ي_{م} + ي_{ت} \times 0.725}$$

ملاحظة: في هذه المرحلة فان قيمة $ت_{ظ}$ المحسوبة ليست واقعية حيث ان سعة الكبل الحملية للتيار يجب ان تكون مساوية او اكبر منها.

5- اختر الكبل/الناقل المناسب.

6- اختبر الكبل/الناقل لمواجهة ظروف وشروط الهبوط في الفلطية. ولهذه الغاية انظر البند رقم 522-8. اذا كانت فلطية التزويد $ج_0$ 240 فلط فانه يجب ان يكون الهبوط في الفلطية مساوياً او اقل من 2.5% من $ج_0$ (اي ان $ج_م \leq ج_0 \times 2.5\%$).

من اجل حساب الفلطية او الهبوط في الفلطية $ج_م$ في الكبل استخدم المعادلة التالية :

$ج_م$ = طول مسار الكبل (م) × تيار التصميم (أ) × الهبوط في الفلطية (مف/أ/م)

ويمكن اعادة كتابة هذه الصيغة على النحو التالي :

$$ج_م = \frac{ل \times ت \times ج_ف}{1000}$$

وهنا يجب ملاحظة انه يحدث هبوط في الفلطية في الكبل/الناقل المختار لكل امبير-متر من المسار وسوف يحمل الكبل المختار تيار التصميم وسوف يكون أطول من 1م.

مثال 1

يراد تركيب طباخ منزلي قدرته 12 كو وفلطيته 240 فلط. وموصل إلى منظومة تأريض TN-C-S حيث يمكن اعتبار قيمة $ظ_أ$ تساوي 0.35 أوم . اذا كانت نقطة التحكم بالطباخ تبعد مسافة مقدارها 25 متراً عن وحدة المستهلك الرئيسية ومسلكة بكبل من نوع PVC/PVC وناقل الحماية من نواقل الدارة. اختر المقاس المناسب لكبل الدارة النهائية بافتراض ما يلي :

1- درجة حرارة المحيط 30°س .

2- ستتم حماية الدارة بواسطة صهيرة BS1361.

3- يجب اعتبار معامل العزل الحراري المؤثر في احد جانبي الكبل.

4- سيتم شبك الكبل جزئياً على طول مساره الكلي.
5- تشتمل نقطة التحكم على قابس محرك 13 أ.

الحل :

1- تيار التصميم (ت$_{تص}$) = $\frac{قد}{ج}$

$$= \frac{12000}{240}$$

= 50 أ

بتطبيق معامل السماحية في التنوع المشار اليه في الجدول 4 في الملحق 4 من تعليمات IEE فان :

ت$_{تص}$ = [5 + (40 × 0.3) + 10]
= 27 أ

2- القيمة الاسمية للصهيرة ت$_{م}$ هي 30 أ كما هو مشار الى ذلك في الجدول 41A1 من تعليمات IEE :

ظ$_{م}$ (القصوى) = 1.2Ω

3- انظر الملاحظة في المادة 522-6 من التعليمات والملحق 9 لمعامل العزل الحراري (الطريقة 4).

4- حيث انه يوجد معامل تصحيح واحد فان:

$$ت_ظ \le \frac{ت_أ}{ي_ح}$$

5- من الجدول 9 د 2 من التعليمات، العمودان 1 و 2، يتم اختيار كبل 6 مم^2 وتصل سعته الحملية من التيار $ت_ظ$ الى ما قيمته 32 أ وما قيمته 7.3 مف/أ/م للفلطية الهابطة.

6- تحسب الفلطية الهابطة في الكبل على النحو التالي :

$$ج_هـ = \frac{ل \times ت \times ج}{1000} ف$$

$$= 25 \times 27 \times 0.0073$$

$$= 4.927 \text{ ف}$$

وهذه القيمة هي دون القيمة المسموح بها التي تعادل 2.5% من فلطية التزويد 240 فلط التي تساوي 6 فلط وبالتالي فان الكبل يفي بمتطلبات التيار والهبوط في الفلطية.

يمكن التقدم خطوة اخرى في هذه المرحلة لنرى اذا كان زمن الفصل مطابقاً لمتطلبات البند 413-4 (i) اي 0.4ث. ولفعل ذلك يجب الرجوع الى الصيغة الرياضية المشار اليها في الملحق 8 من تعليمات IEE، حيث سيلاحظ ان تلك الصيغة الرياضية تستند الى القيمة الفعلية لمعاوقة انشوطة العطل الارضي اي :

$$ظ_م - ظ_؛ + (م_1 + م_2)$$

وهذه يمكن حسابها الآن. كما ويجب الرجوع الى الملحق 17A والملحق 17B للتأكد من قيم $م_1$ و $م_2$ وعليه فان :

$$ظ_م = 0.35 + [(1.38 \times 25 \times (1000 / 10.49)]$$
$$= 0.712\ \Omega$$

وهذه القيمة اقل من 1.2 Ω القيمة العظمى للمعاوقة $ظ_م$ وهذا يعني انه يمكن تمرير مزيد من التيار عبر الصهيرة من شأنه صهرها وبالتالي فصل الدارة بزمن اسرع من الزمن المقرر 0.4ث ويمكن حساب ذلك التيار باستخدام الصيغة التالية :

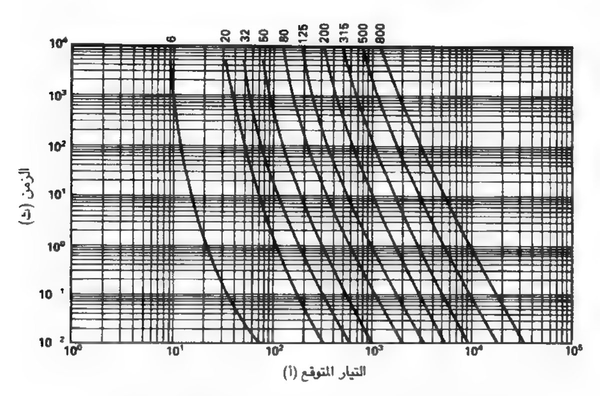
$$ت_ق = \frac{ج_0}{ظ_م}$$

$$= \frac{240}{0.712}$$

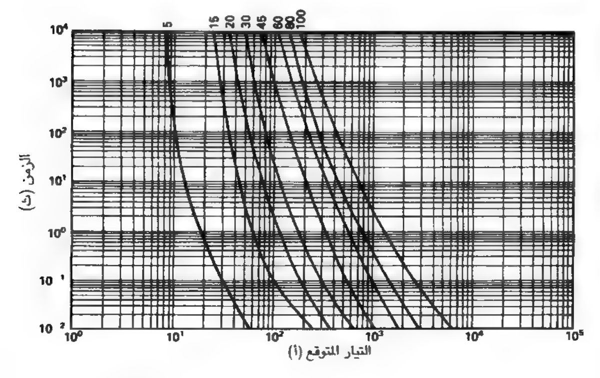
$$= 337\ أ$$

اذا رجعنا الى الشكل (11) في الملحق 8 من تعليمات (خصائص الصهيرة BS1361) فانه بمقدورنا حساب زمن الفصل لتلك الصهيرة، كما هو موضح في الشكل (4-21) والذي يصل الى ما قيمته 0.15 ث تقريباً. وهذا يرينا السرعة التي تعمل من خلالها الصهيرة. تجدر الملاحظة كذلك ان تيار التشغيل عال نسبياً ومن شأنه اتلاف الكبل. لحسن الحظ ان الصهيرة المنتقاة بمقدورها تحمل تيارات تصل قيمتها الى 16500 أ.

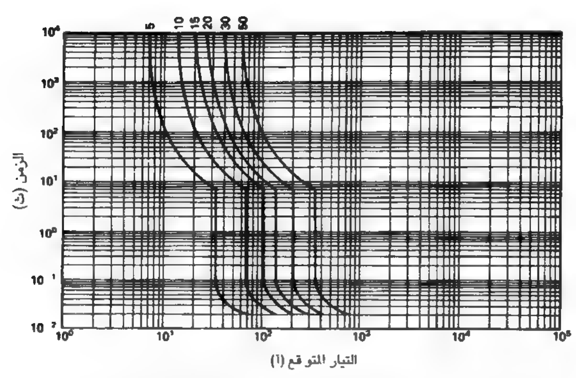
والسؤال الذي يطرح نفسه في هذا المقام : هل سيتلف هذا التيار ناقل الحماية في الدارة المصممة في الكبل المختار؟ تبعاً لحسابات $ظ_م$ اعلاه فقد تم اختيار ناقل حماية بمقاس 2.5 مم^2 آخذين بعين الاعتبار الطاقة الحرارية المصاحبة له. اذا لم يفحص المقاس فلن يكون بمقدورنا معرفة اذا ما كانت تلك الحرارة ستتلف العازل البلاستيكي (PVC) حول الكبل الى جانب عازل الناقلين الآخرين المدعمين له.



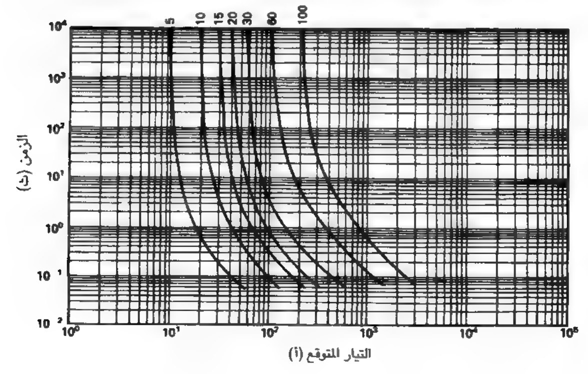
الشكل 4-21 (أ) – خصائص الصهيرة BS88 الجزء 2



الشكل 4-21 (ب) – خصائص الصهيرات BS1361



الشكل 4-21 (ج) - خصائص فاصم الدارة المنمنم BS 3871 نوع 2.



الشكل 4-21 (د) - خصائص الصهيرات BS 3036.

وقد بيّن البند رقم543 -6 طريقة حساب حجم او مقاس الكبل س (المعادلة الكظمية) وعليه:

$$س = \frac{\sqrt{ت^2 \times ح}}{ك}$$

حيث ح الزمن بالثانية ويعطي الجدول 54C في تعليمات IEE قيمة ك التي تساوي 115 وعليه فان :

$$س = \frac{(0.15 \times 337 \times 337)^{1/2}}{115}$$

$$= 1.13 \text{ مم}^2$$

تقل هذه القيمة عن 2.5 مم^2 وعليه فان المحددات الحرارية قد تم استيفاؤها.

مثال 2

حمل حراري 6 كو / 240 فلط يراد تركيبه على بعد 10م من لوحة التوزيع باستخدام كبل احادي القلب معزول بمادة PVC ممدد في مجرى انبوبي بلاستيكي. تستخدم أداة حماية للدارة صهيرة كما في BS 3036 ودرجة حرارة المحيط 35° س . اذا كان نظام التأريض المستخدم من نوع TN-S وكانت ظ$_م$ = 0.85 Ω .

اختر المقاس المناسب لنواقل الدارة لتأمين حماية ضد التماس غير المباشر ولمواجهة المحددات الحرارية.

الحل :

تتلخص الطريقة على النحو التالي. غير ان هذا لا يعفي الطلاب من الرجوع الى تعليمات IEE.

1 - $ت_{تص} = \frac{قد}{ج}$

$= \frac{6000}{240}$

= 25 أ

2 - $ت_{أ}$ = 30 أ (لاحظ ان $ظ_{م}$ القصوى = 2.8 Ω)

3 - ارجع الى الجدول 9 س 2 لايجاد $ي_{م}$ والبند 433-2(iii).

4 - $ت_{ظ} = \frac{ت_{أ}}{(ي_{م} \times 0.725)}$

$= \frac{30}{(0.725 \times 0.97)}$

= 42.66 أ

5- يُنتقى كبل 10مم² لهذا الحمل والسعة الحملية له 57 أ والهبوط في الفلطية 4.4 مف/أ/م.

6 - الهبوط في الفلطية لهذا الكبل :

$ج_{هـ} = 10 \times 25 \times 0.0044$

$= 1.1$ ف

(ملاحظة: 6 ف هي القيمة العظمى)

يلاحظ ان الناقل الحي الذي تم اختياره يفي بمتطلبات التيار والهبوط في الفلطية. والخطوة التالية هي تحديد المقاس المناسب لناقل حماية الدارة. وتوجد طريقتان لذلك؛ اما بالحسابات والتي تستند الى افتراضية المحاولة والخطأ باستخدام الصيغة المشار اليها في البند 543-2 واما باختيار المقاس بالرجوع الى الجدول F 54، اي البند رقم 543-3. وفي الحالة الثانية، فهذا يعني اختيار كبل مقاسه 10 مم^2 مما يترتب تحمل نفقات اضافية على اكثر من صعيد. وعليه لنجرب طريقة الحساب والتي لا يفترض ان تفي فقط بمتطلبات الزمن اللازم لفصل الدارة (5 ث) ولكن لتواجه كذلك المحددات الحرارية.

7 - اختر ناقل حماية دارة (ن. ح. د) بمقاس 2.5 مم^2، والآن من الجدولين 17A و17B جد قيمة مقاومة هذا الكبل وكذلك مقاومة ناقل الطور 10 مم^2، حيث ان:

$م_1 + م_2 = 9.24$ ملي Ω / م

فانه ولطول مسار مقداره 10 امتار وباستخدام المضاعف المنصوص عليه في الجدول 17 ب ، فان المقاومة الكلية ستكون :

$م_1 + م_2 = (9.24 / 1000) \times 10 \times 1.38$

$= 0.127$ Ω

بما ان :

$ظ_م = ظ_{م} + (م_1 + م_2)$

$= 0.85 + 0.127$

$= 0.977$ Ω

فان ذلك يعني ان الدارة ستفصل بزمن يقل عن 5 ث. وحيث ان القيمة تقل عن القيمة العظمى لـ ظم (2.8 Ω). فـان هذا يعني الايفـاء بمتطلبـات الحـمـاية ضـد الصـدمـة الكهربائية الناتجة عن التماس غير المباشر.

للتعامل مع التأثيرات الحرارية الناجمة عن ظروف العطل تستخدام الصيغة التالية :

$$س = \frac{\sqrt{ت^2 \times د}}{ك}$$

وعليه وبالرجوع الى الملحق 8 من تعليمات IEE فان :

$$ت = \frac{ج_0}{ظم}$$

$$= \frac{240}{0.977}$$

$= 245.6$ أ

من الشكل 11 تعليمات IEE (خصائص الصهيرة BS3036)، فان زمن الفصل للدارة السابقة سيكون (0.25 ث).

إذاً :

$$س = \frac{(0.25 \times 245.6 \times 245.6)^{1/2}}{115}$$

$= 1.07$ مم^2

من هنا نلاحظ ان الكبلات تحقق الشروط الحرارية حيث ان ناقل حماية الدارة (ن. ح. د) المختار اكبر من القيمة المحسوبة.

ونشير بهذا الصدد الى ان إعادة الحسابات مرة اخرى ستظهر لنا ان كبلاً مقاسه 1.5 مم^2 سيكون مقبولاً لهذا الغرض.

نظم التمديدات الكهربائية

عالج الفصل 52 من تعليمات IEE للتمديدات موضوع النواقل، ومواد التمديدات والكبلات حيث يوجد اكثر من اربع عشرة لائحة في المقطع 521 تناولت موضوع اختيار انواع نظم التمديدات. اضافة الى ذلك فقد وفر الملحق رقم 10 معلومات حول استخداماتها وغطى الاحتياطات الواجب مراعاتها واتخاذها لتجنيبها التآكل.

عملياً توجد عدة عوامل من شأنها ان تؤثر في عملية اختيار نظام التمديدات المناسب لتمديدات وتركيبات كهربائية معينة. ومن هذه العوامل على سبيل المثال : نوعية البناء والغرض من استخدامه. فنظام التمديدات الظاهر "السطحي" قد يكون مقبولاً في المرافق الصناعية او الورش، ولكن لا يمكن قبوله تماماً في مجمع مكاتب او فندق او حتى في المرافق السكنية، لا لشيء الا لاعتبارات جمالية مظهرية. حيث يستخدم نظام التمديدات المخفية "المتساطحة" كالكبلات المعزولة بمادة PVC المحمية ميكانيكياً تحت الملاط. ويؤخذ المحيط او عامل البيئة بعين الاعتبار كارتفاع درجة الحرارة او اية تأثيرات خارجية اخرى بفعل عوامل التآكل كالاملاح والابخرة. وقد تمت تغطية هذه العوامل في المقطع 523 من تعليمات IEE وكذلك في الفصل 32 والملحق السادس. أسئلة يجب ان تطرح من حيث القدرة على التحمل والحماية الميكانيكية وكلفة المنظومة المختارة ومقارنتها مع غيرها من المنظومات المفضلة. ولا تدخل في اعتبارات الكلفة كلفة المواد فقط بل تدخل كذلك اعتبار كلفة زمن التركيب والتمديد وما يمكن تحقيقه من وفورات بهذا الصدد.

ويبرز تساؤل آخر على جانب كبير من الاهمية حول امكانية احداث تغييرات و/او تركيب وتمديد دارات اضافية على النظام، وبعبارات اخرى ما هي امكانية التوسعات المستقبلية على النظام المختار ؟ لحسن الحظ في العديد من المرافق الكبيرة يجد المرء

نفسه امام العديد من منظومات التمديدات وهذه في الغالب ذات سمة تكاملية. مما يجعلها قابلة لإحداث تغييرات او اضافات اليها.

نعرض في ما يلي بعض انواع التمديدات الاكثر شيوعاً :

1- كبلات معزولة ومغلفة بمادة الـ PVC.

2- كبلات مسلحة ومعزولة بمادة الـ PVC ومغلفة بنفس المادة.

3- كبلات معزولة معدنياً ومغلفة فلزياً "معدنياً" كذلك.

4- نظم المجاري الانبوبية المعدنية والبلاستيكية (المتضمنة للكبلات).

5- نظم المجاري الصندوقية المعدنية البلاستيكية (المتضمنة للكبلات).

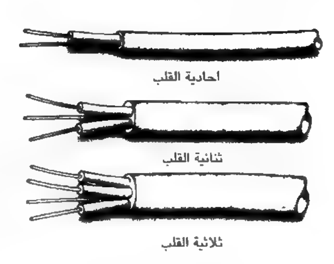
6- نظم المجاري الصندوقية لقضبان التوزيع.

ونذكر هنا بوجود العديد من ترتيبات الدعم والمساندة للانظمة المذكورة اعلاه كصواني الكبلات وقنوات وخنادق الكبلات. وقد تمت تغطية هذه الترتيبات في الجدول 9A من تعليمات IEE.

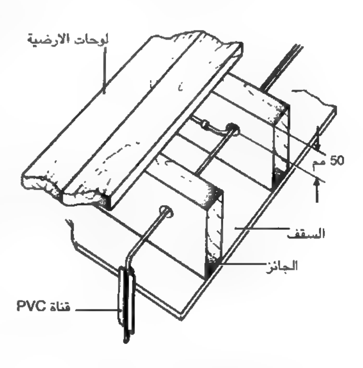
1- نظام الكبلات المعزولة والمغلفة بمادة الـ PVC

لهذا النظام المبين في الشكل 4-23 (أ) استخدام عام وستراه مدرجاً في الجدول 9D1-2 من تعليمات IEE، ويستخدم الكبل المتضمن ناقلاً للحماية (ن. ج. د) والمعزول والمغلف بمادة الـ PVC والذي يشار اليه بالرمز 6242Y على نطاق واسع في التمديدات الظاهرة (السطحية) حيث يحتاج الى تثبيت بواسطة المشابك الى جانب حاجته الى التدعيم ليفي بالمتطلبات المنصوص عليها في الملحق 11 والجدول 11A من التعليمات.

وتوجد متطلبات اخرى تم التعرض اليها في المقطع 529 والجدول 52C والخاصة بالحد الأدنى لنصف القطر الداخلي لانحناءات الكبلات المراد استخدامها للتمديدات الثابتة. كما ويمكن اخفاء التمديدات بموجب هذا النظام فوق الاسقف المضافة لغايات التزيين والزخرفة، او خلف جائز "عتبة خشبية او فولاذية تستند اليها الارضية"، او يمكن



الشكل (4-22 أ) – كبلات معزولة ومغلفة بمادة الـ PVC 1000 ف/ 600 ف.



الشكل (4-22 ب) – كبلات PVC تحت لوحات الارضية.

اخفاؤها تحت الملاط. في حالة اخفائها فوق اسقف الزينة والزخرفة يجب مراعاة عدم تعريضها او تمريرها عبر الحواف الحادة مع وجوب دعمها وتثبيتها باحكام.

وفي الحالات التي تمرر هذه الكبلات عبر فجوات داخل الجوائز الخشبية يفترض ان يمرر الكبل على مسافة تبعد 50 م على الاقل عن قمة او قاع الجائز (البند رقم 523-20 من التعليمات IEE). في حال تمديد الكبلات من خلال فرض او حزوز قائمة، يجب تدعيمها بواقيات ميكانيكية لمنع تلفها اثناء تثبيت الارضيات.

يبين الشكل 4-22 (ب) ترتيبة نموذجية للتمديد من خلال الجوائز. وتجدر الملاحظة هنا الى ان هذه الكبلات وكما هو منصوص عليه في الجدول 9D2، يجب ان لا تتعرض لظروف تشغيل او تمديد تزيد درجة حرارتها عن 70°س كحد اقصى. وسيلاحظ كذلك ان عدة معاملات تصحيح يتم تطبيقها في الوقت الذي تزداد فيه درجة الحرارة عن 30°س قد عالج الفصل 42 من تعليمات IEE موضوع الوقاية ضد التأثيرات

الحرارية. يلاحظ بوجه عام عدم تطبيق معاملات التصحيح بالنسبة للدارات المنزلية النهائية، ولكن في حال تطبيقها فانه يجب أن يستخدم الجدول 9B الذي ينظم هذه العملية. عند اطراف او نهايات التوصيل يفترض عدم ازالة غلاف الـ PVC الا ضمن الحدود الضرورية اللازمة. كما يجب تحديد وتعليم النواقل بموجب نظام الالوان الخاص بها. هذا وقد عالج المقطعان 526 و527 من تعليمات IEE قابلية الخدمة للكبلات والوصلات الى جانب تجهيز وتوضيب اطراف ونهايات التوصيل.

ومن الضروري التأكد من عدم تعريض الكبلات الى اجهادات ميكانيكية والتأكد من احكام تركيب جلب الكبلات حول الغلاف الخارجي. واخيراً نعود لنذكر بعدم جواز قطع او التخلص من شعيرات الناقل في اي ظرف من الظروف بغرض تكييفها مع نهايات او اطراف التوصيل المستخدمة.

2- نظام الكبلات المعزولة بمادة الـ PVC المسلحة والمغلفة بمادة الـ PVC

تستخدم هذه الكبلات على نطاق واسع في تمديدات المرافق التجارية والصناعية. وبهذا الخصوص توجد عدة جداول من جداول تعليمات IEE التي تناولت انواع النواقل المستخدمة فيها سواء كانت من النحاس او الالمنيوم.

يبين الشكل 4-23 (أ) مثالاً نموذجياً على هذا النوع من الكبلات حيث تتكوّن الدرع او التسليح من سلك فولاذي مجلفن مثبت بين طبقة حاضنة من عازل PVC وغلاف خارجي مقوى من عازل الـ PVC. وتستخدم الدرع او التسليح كناقل وقاية. ولكن يفترض ان لا يسلم بذلك حسبما اتفق بل يجب الرجوع الى البند رقم 543-2 واجراء الحسابات ذات العلاقة بهذا الخصوص كما نوقشت سابقاً.

والطريقة البديلة هي باستخدام الجدول (المثبت على الصفحة التالية) المشتق من المواصفة البريطانية 6346 والذي يبين اقرب واصغر مقاس كبل نحاسي يعادل التسليح للكبل الذي تم اختياره.

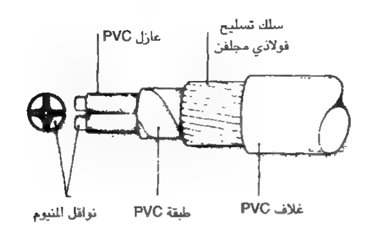
تشبك الكبلات مع السطح باستخدام مرابط جدارية منصوص عليها في المواصفات والتعليمات وينصح باستخدامها دائماً. او يمكن تمديد وتركيب الكبلات على الصواني او تمديدها عبر مجار او خنادق كما تم توضيح ذلك في الجدول 9A من

مساحة المقطع العرضي الاسمية للناقل (مم^2)	مساحة المقطع العرضي الاسمية لناقل نحاسي مكافئ للتسليح (مم^2)		
	قلبان	ثلاثة قلوب	اربعة قلوب
2.5	1.5	1.5	1.5
4.0	1.5	2.5	4.0
6.0	2.5	4.5	4.0
10.0	4.0	4.0	4.0
16.0	4.0	4.0	6.0
25.0	6.0	6.0	6.0
50.0	6.0	6.0	10.0

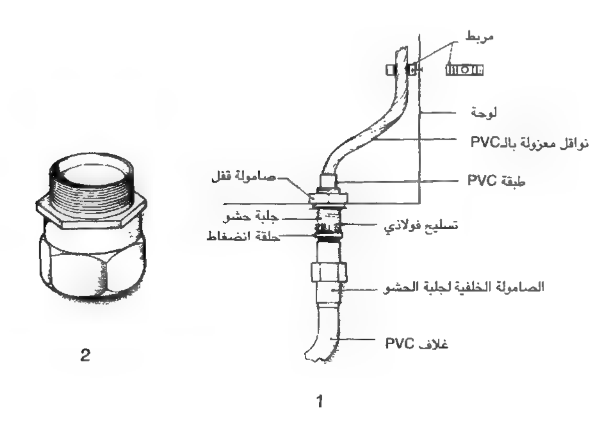
التعليمات. وفي حال تمديدها تحت الارض وفي التربة، فمن الواجب من الناحية العملية وضع بلاط من القرميد فوقها او يمكن استخدام شريط تحذيري اصفر اللون يوضع فوقها ليدلل على موقعها. كما يجب تمديدها على عمق مناسب لتجنيبها اعطالاً محتملة بسبب المشاكل التي تحدث على التربة او الارض المحيطة بها. انظر البند رقم 523-23.

ومن المهم جداً مراعاة التجهيز الجيد والسليم لنهايات اطراف الكبلات سواء من الناحية الميكانيكية او الكهربائية والتأكد من ان جلبة الكبل والتسليح الفولاذي يشكلان وصلة تأريض فعالة. وينصح باستخدام علامة او امارة تأريض لاعطاء استمرارية تأريض بين الجلبة والغلاف الفولاذي المثبتة اليه تلك الجلبة. كما يجب تعليم كافة قلوب النواقل للكبلات المتعددة القلوب باستخدام ادوات ومواد تعليم مناسبة.

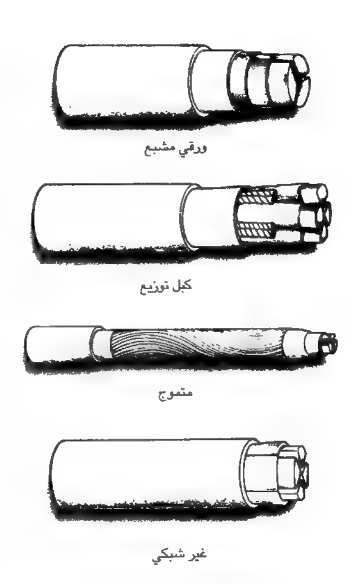
تم التنويه تحت بند ترتيبات التأريض بان ناقل ح. أ. م (ناقل الحماية) قد تم استخدامه في نظام TN-C-S وتوجد هناك عدة انواع من الكبلات المسلحة المستخدمة في هذا النظام والمصممة على نحو يجمع بين الخط المحايد والارضي. وباختصار فانها تندرج تحت العناوين التالية: الورقي المشبع، كبل التوزيع، المتموج وغير الشبكي. وقد تم بيان هذه الانواع في الشكل (4-24).



الشكل 4-23 (أ) - كبل مسلح ومغلف بمادة الـ PVC.



الشكل 4-23 (ب) - نهاية طرف كبل PVC مسلح وجلبة حشو.



الشكل (4-24) – الانواع الاربعة للكبلات الجامعة بين المحايد والأرضي

سيلاحظ ان النواقل الثلاثية الاطوار الخاصة بالكبل الورقي المشبع هي مقطعية الشكل ومصنعة من الالمنيوم ومعزولة بواسطة شريط ورقي مشبع وتعرف بالارقام 1، 2 و3. ويصمم الغلاف المصنوع من الالمنيوم المشكل بالبثق بحيث يعطي ناقلية كافية لغايات استخدامه كناقل حماية ح. أ. م، والذي بدوره يصار الى حمايته بواسطة طبقة من مادة الحمّر وهي مادة داكنة اللون الى سوداء تتكون من الكربون والهيدروجين وقليل من الاكسجين او النيتروجين او الكبريت وبواسطة غلاف خارجي آخر من مادة الـ PVC.

وكما هو الحال مع الكبل الورقي المشبع فان كبل التوزيع ذو نواقل مقطعية الشكل ومصنوعة من الالمنيوم والمعزولة بمادة البوليتيلين المتفاصمة المعالجة عند درجات حرارة عالية (XLPE) ويمكن ان يكون ناقل الحماية ح. أ. م له دائري الشكل ومغطى بالرصاص لاعطاء مقاومة ممتازة ضد التآكل عند دفنه في الارض. يتم وضع قلوب الناقل بحاضنات من البولي بروبلين ويصار الى حمايتها بواسطة شريطين فولاذيين متصلين تماماً مع ناقل الحماية على امتداد طول الكبل. وهذا من شأنه توفير مسار معاوقة متدنية لاي تيار عطل محتمل. وكسابقه فان لهذا الكبل غلافاً مبثوقاً من مادة الـ PVC.

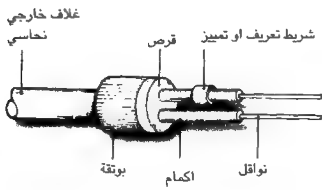
في الكبل المتموج فان نواقل الاطوار الثلاثة مقطعية الشكل ومحاطة بنفس المادة العازلة السابقة (XLPE). في هذا النوع من الكبلات يعمل التسليح كناقل حماية ويلف على شكل موجة جيبية من اجل تسهيل عمليات الخدمة على هذا الكبل وهو مكهرب. ولهذا الكبل كذلك غلاف خارجي من مادة الـ PVC كحماية ميكانيكية اضافية. من الواجب ملاحظة ان لهذه الكبلات درجة حرارة تشغيل تصل الى 90° س.

اما الكبلات غير الشبكية فانها تصمم للاستخدامات التي تستثنى منها المخاطر الميكانيكية. وتلاحظ على شكل مقطعي يتكون من اربعة قلوب مصنوعة من الالمنيوم وكسابقتها يصار الي عزلها بمادة XLPE، وكافة النواقل الاربعة ذات مساحة مقطع متساوية. وتتم اضافة شريط "لا يمتص الرطوبة" يعمل كغلاف او ضمادة. وتتم احاطة الكبل بالكامل بمركب خاص لمنع تسرب الرطوبة اليه وتزود بغلاف خارجي من مادة الـ PVC لغايات الحماية الميكانيكية.

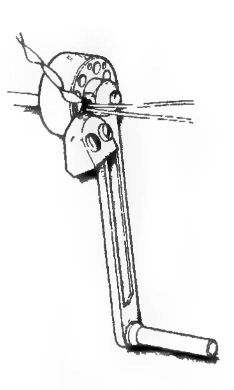
3- الكبلات المعزولة معدنياً والمغلفة "فلزيا" معدنياً (م. م. م. ف):

يستخدم هذا النوع في المرافق التجارية والصناعية على نطاق واسع. وقد تم ادراج اكثرها شيوعاً في الجداول 9J1 ولغاية 9J6 من التعليمات حيث تم تقسيمها الى كبلات مخصصة لغايات الخدمة الخفيفة وكبلات مخصصة لغايات الخدمة الثقيلة وغلافها الخارجي قد لا يغطى بمادة الـ PVC.

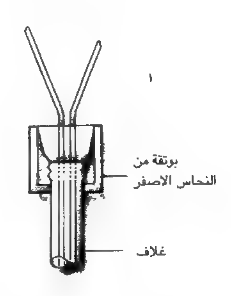
وهذا النوع من الكبلات مناسب جداً للاستخدامات التي ترتفع معها درجات الحرارة وتصمم ادوات تجهيز اطرافها كالاكمام ومركبات العزل لتعمل على درجات حرارية عالية قد تصل الى 250°س. يبين الشكل (4-25) نهاية طرف كبل معدني العزل. تصنع نواقل هذا النوع من



الشكل (4-25) تجهيز اطراف كبل معزول معدنياً (م.م.م.ف)



الشكل (4-26) – معرية.



الشكل (4-27) – سدادة مقلوظة.

الكبلات واغلفتها من النحاس او الالمنيوم. وكما ذكرنا سابقاً، فان كلا النوعين يمكن تزويدهما بغلاف اضافي من مادة الـ PVC ليعطي حماية إضافية ضد التآكل. يتكوّن الوسط العازل بين قلوب النواقل من مسحوق معدني مضغوط يسمى اكسيد المغنيسيوم، الذي تم ادخال تحسينات عليه بحيث تم تقليل طبيعته الاسترطابية (قدرته على امتصاص الرطوبة). انظر البند رقم 523-12. يحتاج تجهيز اطراف القلوب الداخلية الى مجموعة من العدد والادوات كالمعراة المبينة في الشكل (4-26) والمعريات الدوارة والشوكية كذلك. وتستخدم سدادة على شكل بوتقة مقلوظة، الشكل (4-27)، على نطاق واسع وتثبت الى الغلاف باستخدام مفتاح بوتقي. ومن ثم يسكب المركب المانع داخل البوتقة ومن ثم يتم تثبيت القرص والكم العازل باستخدام اداة التغضين. انظر البند رقم 527-7.

يصطلح على تسمية هذه الكبلات بالكبلات المعزولة معدنياً والمغلفة فلزياً (م. م. م. ف) وهي مقاومة للحريق وللماء وللزيت وكذلك معمرة. كما وانها ذاتِ مقدرات عالية مقارنة بمكافئاتها من الكبلات. وتعد مثالية بالنسبة لدارات انذار الحريق وغرف المراجل وتمديدات محطات التزود بالوقود ومواقف السيارات حيث تزداد فرص تواجد مخاطر بيئية. وهنا تركب مع جلب مقاومة للهب. ولهذه الكبلات غطاء مبثوق من مادة الـ PVC على امتداد

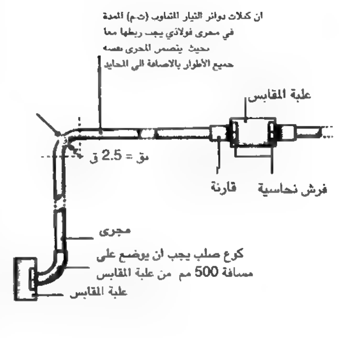
طولها. والغلاف المعدني لهذه الكبلات يخدم غرضي الحماية الميكانيكية والحماية الحرارية حيث ان مساحة مقطع هذا الغلاف تصل الى اربعة اضعاف مساحة المقطع العرضي للقلوب الداخلية. ولغايات التأريض يتم تزويد هذه الكبلات ببواثق تأريض ذيلية ذات مساحة مقطع عرضي مساوية لمقاس الطور ذات الصلة. وينصح باستخدام هذه البواثق الذيلية لادامة استمرارية عمل الغلاف المعدني كناقل حماية عبر اطراف التأريض وعند نقاط الخروج.

4- نظم مجاري الانبوبية المعدنية منها والبلاستيكية:

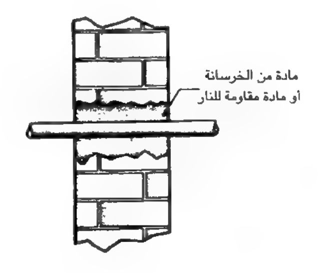
يمكن ان تخدم نظم المجاري الانبوبية المستخدمة على نطاق واسع هذه الايام ترتيبات التمديدات السطحية او المتساطحة والاحجام الشائعة منها 16 ، 20 ، 25 و32 مم. ومن شأن هذه المجاري توفير حماية ميكانيكية اضافية للكبلات المستخدمة سواء كانت احادية القلب ومعزولة بمادة الـ PVC او معزولة بالمطاط الاستيليني البروبيليني. وتكمن فائدة هذا النظام في المرونة التي يتيحها لغايات تمديد الدارات النهائية حيث يمكن اضافة او سحب الكبلات باستمرار. من المهم ملاحظة ان تركيب هذه المجاري قبل سحب او تمديد الكبلات، البند رقم 521-10. وعلى ذات القدر من الاهمية ان لم يكن اكثر، فان نظم المجاري المعدنية تخدم اغراضاً كهربائية وميكانيكية حتى مع وجود نواقل الحماية التي يتقرر تركيبها لتوفير اجراءات واحتياطات سلامة اضافية. (انظر كذلك الى البنود 543-7 الى 543-10). وقد تم تحديد بعض المتطلبات الاضافية في البنود 543-7 و529-5 و529-7، المتعلقة ببعض المحددات على استخدام ادوات صلبة لتثبيت المجاري، ومحددات خاصة بالانحناءات والمعاملات الفراغية، انظر الشكل 4-28 (أ).

وقد تمت مناقشة هذه المعاملات في الملحق 12 من التعليمات الذي يزود المصمم بمعلومات تلزمه لتحديد مقاسات المجاري الانبوبية الواجب استخدامها. وكمثال على ذلك فان الشكل 4-28 (ج) يبين مجرى انبوبياً يشتمل على ثمانية كبلات، اذا كانت ذات مقاس 2.5 مم^2، وذات نواقل صلبة وممدودة على شكل خط مستقيم ولمسافة خمسة امتار، فان المقاس المناسب للمجرى الانبوبي الواجب استخدامه يمكن حسابه على النحو التالي: 8 x 39 = 312 باستخدام الجدول A12 وباختيار مجرى مقاس 25 مم. اذا كان هنالك انحناءان في الخط فانه يمكن استخدام نفس المجرى الانبوبي.

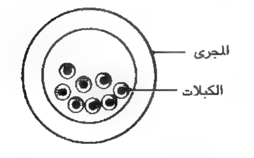
يجب تمييز المجاري الانبوبية عن غيرها من انابيب الخدمات الاخرى وذلك باستخدام اللون البرتقالي، (البند رقم 524-2). ويجب ان تستخدم المجاري الانبوبية البلاستيكية او المجلفنة في الاماكن الرطبة. وفي كلا الحالتين يجب تأمين تسهيلات تصريف المياه للتخلص من الرطوبة، (انظر البند رقم 523--14) ويعتبر البند 521-8، من اكثر المتطلبات اهمية بهذا الصدد ويعالج موضوع "نواقل دارات التيار المتناوب المركبة داخل اغلفة حديدية". والسبب الكامن خلف هذه التعليمات هو منع التيارات الدوامية من السريان داخل المجاري المعدنية. وقد ينتج عنها تأثير حراري يؤدي الى تسخين المجاري والتأثير على الكبلات بداخلها. كما



الشكل 4-28 (أ) – متطلبات المجرى.



الشكل 4-28 (ب) – مجرى مار خلال جدار.



الشكل 4-28 (ج) – كبلات داخل مجرى.

ويجب ملاحظة ان الحد الاقصى المسموح به لامتداد مجرى فولاذي ثقيل مستخدم لتمديدات معلقة بين بنايتين هو ثلاثة امتار ويجب ان لا يتجاوز مقاسه 20 مم ولا يجب عمل وصلات عليه. (انظر الجدول 11B الى جانب 11C للاطلاع على المسافات التي يجب تدعيم المجاري عندها).

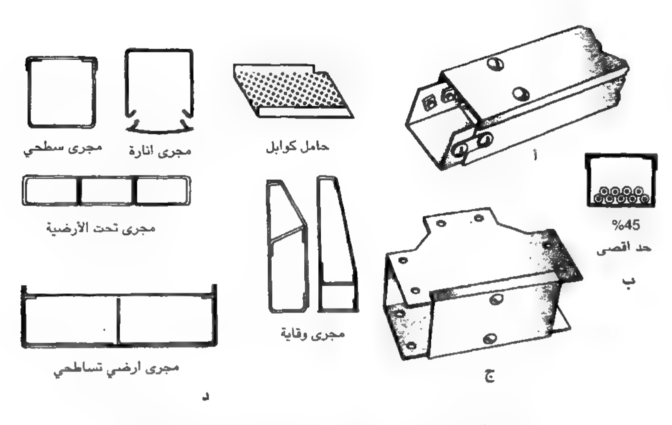
اما في ما يتعلق بالمجاري البلاستيكية فهي بالطبع غير قابلة للصدأ فضلاً عن كونها نظام حماية ضد التماس غير المباشر نظراً لعازليته، والحقيقة تلك فلا بد من تمديد نواقل حماية منفصلة داخل هذا النظام وحيث ان انابيب الـ PVC الصلبة مناسبة جداً لاجواء ذات درجة حرارة اعتيادية الا انه يجب ان نتذكر ان معامل التمدد لها يزيد عن معامل تمدد تلك المصنعة من الفولاذ وعليه يجب مراعاة تأمين فاصل تمدد. (انظر البند رقم 529-2). وينصح في هذا الصدد باستخدام قارنات تمدد تثبت عند اكثر المناطق تأثراً وتعرضاً للحرارة العالية نسبياً. يجب ملاحظة التعليمات 523-5 الخاصة بالصناديق البلاستيكية لاجهزة الانارة المعلقة.

5- نظم المجاري الصندوقية المعدنية منها والبلاستيكية:

توفر المجاري الصندوقية مرونة تفوق تلك التي توفرها المجاري الانبوبية من حيث الزيادة في عدد الدارات التي يمكن تمديدها الى جانب حقيقة ان نظم التمديدات الاخرى بما فيها نظم المجاري الانبوبية تبدأ من مواضع تمديد مجار صندوقية. كما يوجد هنالك انواع واشكال متعددة كالمجاري الواقية والمنضدية وتحت الارضية والبارزة والارضية ومجاري الانارة. وهنا نؤكد على حقيقة ان أغلب أو معظم المتطلبات المتعلقة بالمجاري الانبوبية تنطبق على المجاري الصندوقية سواء كانت معدنية او بلاستيكية. يبين الشكل (4-29) مقاطع متعددة من مجار فولاذية واستخدام مربط نحاسي زيادة في ضمان استمرارية خط التأريض.

ولكن من الجدير بالملاحظة ان المجاري الصندوقية الفولاذية هي ايضاً تعمل كناقل حماية وبفاعلية كبيرة للعديد من الدارات النهائية، ولا تتشوه كما هو الحال مع المجاري البلاستيكية، ولدى هذه المجاري قدرة جيدة على التحمل فضلاً عن انها تغلف الاشارات المعلوماتية ذات الفلطية المنخفضة.

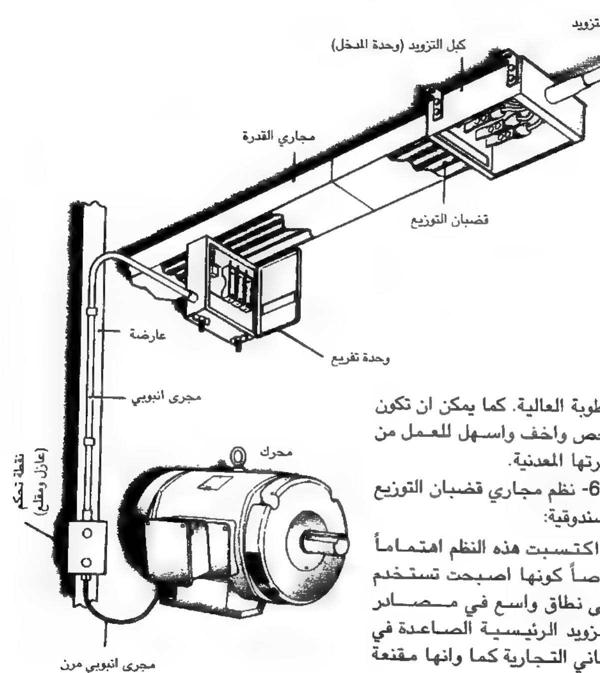
ويعطي الجدول 11D من الملحق 11 للتعليمات معلومات حول المسافات الفاصلة



الشكل (4-29) – (أ) مجرى معياري يلحظ منه مربط تأريض نحاسي.
(ب) كبلات في مجرى. (ج) وحدة على هيئة حرف T. (د) انواع شائعة.

بين دعامات التثبيت للمجاري الصندوقية وسيلاحظ من الجدول ان مزيداً من الدعامات ستقتضي الحاجة اليها مع المجاري البلاستيكية وفي كلا الاتجاهين الافقي والعمودي. اشارت مقدمة الملحق 11 الى انه في المسارات العمودية يجب توفير دعامات للكبلات كل خمسة امتار.

وينبغي الرجوع الى تعليمات IEE، الملحق 12 والجدول 12E الى جانب الجدول 12F في ما يتعلق بسعات الكبلات الحملية. يصمم النظامان لخدمة تمديدات متنوعة الدارات والتصنيفات التي يمكن تركيبها في نفس المجرى باستخدام المجرى الصندوقي المقسم الى خانات. ويمكن الرجوع الى متطلبات الدارات المصنفة وذلك بالرجوع الى البنود 525-1 الى 527-7. من المحتمل ان تكون اكثر العوامل اهمية بالنسبة لاختيار المجاري الصندوقية البلاستيكية تكمن في كونها توفر حماية ضد التآكل وعوامل



الشكل (4-30) - مجرى قدرة موضح عليه وحدة تفريع .

الرطوبة العالية. كما يمكن ان تكون ارخص واخف واسهل للعمل من نظيرتها المعدنية.

6- نظم مجاري قضبان التوزيع الصندوقية:

اكتسبت هذه النظم اهتماماً خاصاً كونها اصبحت تستخدم على نطاق واسع في مصادر التزويد الرئيسية الصاعدة في المباني التجارية كما وانها مقنعة للاستخدام في المرافق الصناعية كمصدر تزويد مغلق لتزويد الآلات الكهربائية الموزعة بين اروقة المصنع المختلفة. يبين الشكل (4-30) ترتيبة

نموذجية حيث يلاحظ وجود وحدة تفريع لغايات ربط الدارات النهائية مع النظام. وتتباعد هذه الوحدات مسافة تتراوح ما بين 0.5 الى 1 م تقريباً، ويتم تزويدها بصهيرات حماية ذات مقدرات تصل الى 30، 60 او 100 أ.

ويتم توصيل هذه الوحدات بالقبس المباشر يدوياً وحيث يتم احداث تماس متماسك وثابت مع قضبان التوزيع بواسطة شد الصواميل المجنحة المخصصة لهذا الغرض. في بعض وحدات التفريع تستخدم ملامسات زنبركية خاصة لضمان تأريض الاغلفة قبل احداث التماس مع القضبان المكهربة.

تصنع النواقل الداخلية من قضبان نحاسية ذات ناقلية عالية جداً وذات مقطع على شكل مستطيل، تثبت بواسطة عازل من البكليت وعلى مسافات ثابتة. نقطة دخول كبل التزويد الرئيسي غالبا ما تكون عند إحدى النهايتين او نقطة المنتصف للمجرى الصندوقي، ويتم تدعيم المجاري نفسها باستخدام ركائز ثابتة (كتيفات) يتم تثبيتها الى جملونات البناء. كما ذكرنا سابقاً فان الامر يحتاج الى ضمان استمرارية التأريض وذلك بتثبيت شرائح موثقة من النحاس عند كل الفواصل بين القطع المتجاورة.

وسائل الحماية

لقد تم استعراض وسائل الحماية المختلفة للدارات الكهربائية في الجدولين 41A1 و41A2 من تعليمات IEE. وتحت كل قيمة مقدرة في اي من الجدولين ستلاحظ القيمة القصوى لمعاوقة انشوطة العطل الارضي اللازمة لاحداث الفصل الآلي للدارة المحمية وخلال الزمن المقرر اي 5 ث لمعدات والاجهزة الثابتة و0.4 ث لمقابس المخارج.

من الناحية العملية، فان وسيلة الحماية يجب ان تعمل في ظرفين لزيادة التيار وهما الزيادة الناجمة عن زيادة في التحميل او الزيادة الناجمة عن قصر الدارة. ويحدث قصر الدارة عند حدوث تماس بين موصلين مكهربين او اكثر او نتيجة لخلل ذو معاوقة انشوطة عطل أرضي متدنية جداً.

يجب ان لا ننسى ان وسيلة او اداة الحماية يمكن ان تعمل كنتيجة لسوء او خلل في ادائها مقارنة مع غيرها من وسائل الحماية او قد يعود الامر الى التقادم الزمني او سوء الاستخدام. تضمن وسائل الحماية في الدارات الكهربائية لحمايتها بما في ذلك حماية المعدات الموصولة التي تستخدم التيار.

وقد نص البند 13-7 على المتطلب الاساسي للسلامة ومفاده وجوب حماية كل تمديدة او دارة بواسطة اداة او وسيلة حماية ضد الزيادة في التيار. وقد عالج الفصل 43 تعليمات الحماية تلك الى جانب التنسيق المطلوب المنوه عنه والذي يجب مراعاته في مرحلة التصميم، كما وقد عالج فصلان آخران هذا الموضوع.

ويمكن مطالعة المزيد من المتطلبات الخاصة بهذا الموضوع في البند 473-1 الذي عالج موضوع وسائل الحماية ضد زيادة التحميل، اي النقطة التي يحدث عندها نقصان في السعة الحملية للنواقل.

وعلى سبيل المثال: لنأخذ دارة نهائية حلقية حيث يؤخذ النقصان في مقاس الناقل عند سن الصهيرة او مهمازها. انظر الصيغة الرياضية المستخدمة لغايات اختيار الكبل حيث تم = تع تسمح المادة 473-2 من التعليمات بتركيب اداة الحماية على امتداد مسار الدارة، مع مراعاة ذلك الجزء من المسار بين النقطة التي تنقص عندها السعة الحملية للتيار ومكان اداة الحماية الذي لا يشتمل على دارات فرعية.

توجد مواضع لا يلزم معها تركيب ادوات حماية، البند 473-3، وعلى سبيل المثال في حالة الدارة الثانوية لمحول التيار حيث يمكن توليد قوة دافعة كهربائية بالتحريض قد تكون كبيرة وخطيرة حال تشغيل اداة الحماية وفتحها للدارة. ويطبق هذا الوضع على دارات المحرض وعلى الدارات الكهرومغناطيسية. ومثال آخر على عدم لزوم استخدام حماية ضد زيادة التحميل يكمن في الحمل الحراري الثابت الذي لا يمكن ان يحمل فوق طاقته لاعتبارات تصميمية.

ويظل قصر الدارة من اسوأ الظروف التي تصاحبها زيادة مفرطة بالتيار ويقتضي بموجب التعليمات المنصوص عليها في المقطع 434 من تعليمات IEE تحديد قيمة تيار قصر الدارة المتوقع عند كل نقطة ذات علاقة من نقاط التمديدات. وهنا يجب ان نتخيل حجم الخسائر والتلفيات التي يمكن ان تلحق بالكبلات والوصلات ونهايات التوصيل والاجهزة والمعدات المربوطة مع النظام عند حدوث قصر دارة وما يترتب عليه من تولد قوى حرارية ومغناطيسية الناتجة عن الأعطال ذات المعاوقات المتناهية في الصغر. والمزيد من المتطلبات الخاصة بهذا النوع من الحماية قد تم تناوله في البنود 473-5 الى 473-8. كما ذكرنا سابقاً وفيما يتعلق بوسائل الحماية فانه توجد عوامل وشروط اخرى ذات علاقة باماكن تركيبها. على سبيل المثال فانه يمكن تركيبها حيث يحدث

نقصان في السعة الحملية وبمراعاة ان تكون المسافة من نقطة التغير لا تزيد عن ثلاثة امتار وحيث لا توجد مخاطر حريق بسبب قصر الدارة او مخاطر تلحق الاذى بالافراد.

تسمح المادة 434-4 من التعليمات بان تكون سعة الفصل لاداة الحماية اقل من القيمة المتوقعة لتيار قصر الدارة وعند النقطة التي ركبت فيها مع مراعاة وجود اداة حماية اخرى في جانب التزويد وذات سعة فصل اساسي مع ضرورة التمييز بين خصائص الوسيلتين المستخدمتين. والتعليمات المهمة الخاصة بهذا الموضوع قد تم التعرض اليها في الجزء المتعلق بتصميم التمديدات، البند 435-5 الذي ينص على استخدام اداة حماية واحدة للتعامل مع حالتي زيادة التيار.

على اية حال فان عمل بعض الانواع المحددة من الفواصم قد لا يتفق مع متطلبات هذه التعليمات حيث يلزم اجراء الحسابات المنصوص عليها في البند 436-6. تسمى الصيغة المستخدمة لهذا الغرض بالمعادلة الكظمية. وتستند الى شرط وظرف عدم فقد او كسب حراري. باختصار ان هذا يعني انه عندما يسري تيار في ناقل ما فان ذلك يؤدي الى تسخينه بعض الشيء، وفي حال حدوث قصر دارة ترتفع درجة حرارة الناقل بسرعة. وحيث ان تيار قصر الدارة سيعمل لفترة قصيرة (اقل من 5 ث على سبيل المثال)، فانه يمكن الافتراض ان الارتفاع بدرجة حرارة الناقل لا يعتمد على المحيط الذي هو منه وعليه تنشأ ظروف كظمية. وبالاستناد الى هذا الافتراض، يمكن اشتقاق معادلة تتناول العلاقة بين القيمة القصوى المسموح بها لتيار قصر الدارة ومساحة المقطع العرضي للكبل في ضوء زمن الخلوص لوسيلة الحماية المستخدمة.

بعبارات واضحة فان الحرارة المتولدة عن قصر الدارة يتم احتواؤها داخل الكبل حيث يلزم اتخاذ بعض الاجراءات للتأكد من عدم امكانية تعريض المادة العازلة للكبل للتلف كنتيجة لهذه الطاقة المتحررة. يجب ملاحظة ان زمن الفترة (ن) المعطى في المعادلة ما هو الا الزمن الاقصى المسموح فيه لتيار العطل بالسريان. ويقارن هذا الزمن مع زمن الفصل الفعلي الذي استغرقته اداة الحماية. على سبيل المثال لنفترض ان لدينا زوجاً من الكبلات المسلحة والمعزولة بمادة PVC وبمقاس 50 مم^2 والضابط الحراري لعزلهما 90^o س ونواقل المنيوم تحمل تيار قصر دارة محتمل يصل الى 4000 أ. بتطبيق المعادلة المشار اليها في البند 436-6 فانه يمكن حساب زمن الفصل الاقصى كما يلي:

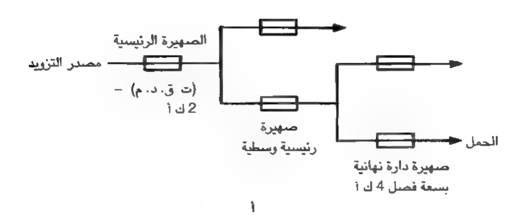
$$ط = \frac{ك^2 \times س^2}{ت^2}$$

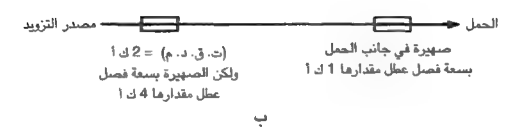
$$= \frac{94 \times 94 \times 50}{4000 \times 4000}$$

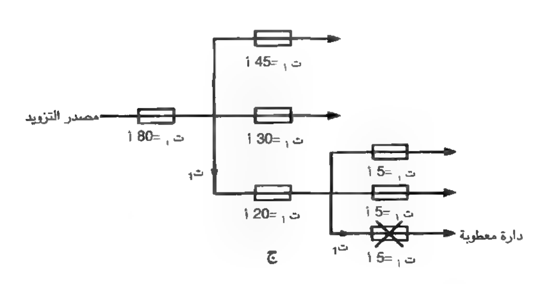
$$= 1.38 \text{ (ث)}$$

ولكل فترة قصر دارة (أي < 0.1 ث)، وهو ما يحدث في واقع الحال، فانه يمكن اعادة ترتيب المعادلة اعلاه لتصبح معادلة الطاقة المعايرة اي ت^2 × ط < ك^2 × س^2 واذا ما كانت هذه الطاقة اقل من ك^2 × س^2 فان ذلك يعني الايفاء بمتطلبات التعليمات بوجه عام. ويمكن الحصول على خصائص تلك الطاقة الخاصة بوسيلة الحماية من كتيبات المواصفات للجهات المصنعة.

لقد تم التطرق الى مصطلح «تيار قصر الدارة المتوقع» (ت. ق . د. م) اكثر من مرة ويمكن تعريفه بانه قيمة تيار العطل المتوقع سريانه في ظروف قصر دارة غير اعتيادية (اي عندما تكون المعاوقة بين النواقل المكهربة متناهية في الصغر بحيث يمكن اهمالها بغ النظر عن قيمة فرق الجهد). وتحديد قيمة تيار العطل المتوقع هذا يلاحظ بوضوح من جراء الطلب المضاعف للكهرباء من قبل المستهلك اثناء حدوثه مما يؤثر على شبكة التوزيع لدرجة تقتضي معها مضاعفة حجم المحولات وكبلات التغذية الرئيسية. وقد اقرت الجهات المزودة للكهرباء ان تيار عطل بمستوى 16ك أ يمكن ان يظهر عند نقطة التزود ناحية مرافق المستهلك. وسيلاحظ من الجدول ان هذه القيمة (اي 16ك أ) سرعان ما تهبط الى قيمة اقل كلما اتجهنا ناحية الفروع في التمديدات الكهربية وذلك كون مقاومة الكبل تلعب دوراً رئيسياً باتجاه تقليل قيمة تيار العطل. يلاحظ من الشكل (4-20) ان كافة وسائل الحماية المذكورة هنالك لها سعات فصل متباينة والاداة التي لها سعة فصل اقل سيفضل استخدامها آخذين بعين الاعتبار انه قد تم تركيب اداة حماية بسعة الفصل الضرورية على جانب مصدر التزويد مثل صهيرة القطع المركبة. ومن المؤمل ان يكون الشكل (4-31) قد وضح بما فيه الكفاية بعضاً من متطلبات ادوات الحماية.



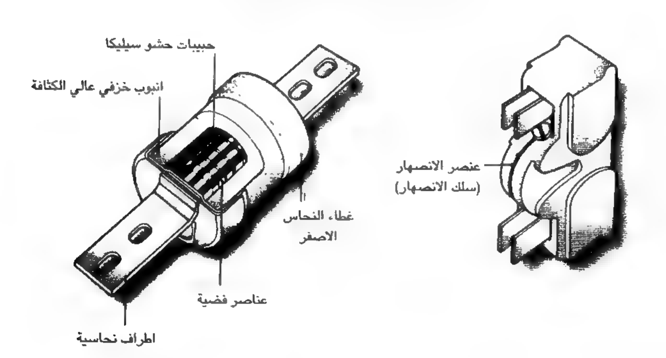




الشكل (4-31) – حماية الدارات الكهربائية. (أ) اختبار (ت. ق. د. م) ليس مطلوباً من قبل البند 4-434 . (ب) ترتيبة صهيرة تفي بالمتطلبات البند 4-434 . (ج) تميز صهيري باستخدام نوع واحد من الصهيرات.

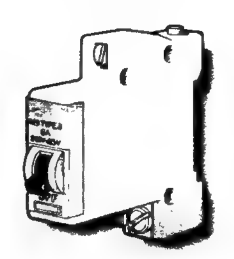
ويبين الشكل (4-32) بعضاً من وسائل الحماية الشائعة الاستخدام. فالصهيرة القياسية BS3036 لها ما يكفي من السلبيات المعروفة جيداً كتناقص كفاءتها مع تقادم عمرها الزمني الى حد التلف الى جانب احتمالية تثبيت عنصر الانصهار الخاطئ، سيما وانها من النوع القابل للاستبدال. ومن سلبياتها كذلك ضعف تجهيزها وتمييزها للأعطال مقارنة مع غيرها من وسائل الحماية الى جانب معامل انصهارها المرتفع نسبياً وكونها ذات سعة فصل متدنية نسبياً، وقد اعطيت مقاسات مختلفة لعنصر الانصهار في الجدول (53A) من تعليمات IEE. وكون معامل الانصهار لها مرتفع نسبياً فهذا يستدعي تطبيق معامل تصحيح مقداره 0.725 وهذا يعني امكانية تركيب كبل بمقاس اكبر من المقاس المطلوب.

في ما يتعلق بالصهيرات الخرطوشية التي تم وصفها على اساس كونها من النوع الذي يتمتع بسعة فصل عالية كالصهيرات القياسية 88 الجزء II فقد تم تصميمها



(أ) - صهيرة قياسية BS3036 شكلها قابل للاستبدال (ب) - صهيرة خرطوشية قياسية BS88 الجزء 2.

الشكل 4-32 - انواع وسائل الحماية



(ج) – فاصم دارة منمنم قياسي BS3871



(د) – صهيرة خرطوشية قياسية BS1361.

الشكل 4-32 – انواع وسائل الحماية

لتلاقي وتواجه المستويات المتزايدة من تيارات الاعطال على نظم التزويد الى جانب التغلب على المصاعب والسلبيات التي ترتبت على استخدام الصهيرات القياسية 3036 مثل مشاكل التأكسد وفشلها حتى عندما تكون محملة بتيار التصميم الاعتيادي.

سيلاحظ من وصلة الصهيرة ذات سعة الفصل العالية والمبينة في الشكل 4-32 (ب) انها تتكوّن من عنصر انصهار فضي محتوى داخل انابيب صلبة مملوءة بمسحوق مخمد للقوس الكهربائي المتولد من حبيبات السليكا او الكوارتز المدرج. ويعمل ذلك لتجنب تكون القوس الكهربائي مما يسمح لصهيرة من هذا النوع باجلاء عطل قصر الدارة بسرعة. وهذا التصميم يعطي هذه الصهيرات تميزاً عن غيرها من ادوات الحماية. وتمتاز كذلك بانها تحتفظ بكفاءتها مع مرور الزمن وليست حساسة للتغيرات في درجة حرارة المحيط.

تتوافر كذلك صهيرة خرطوشية بخصائص جيدة غير مكلفة وهي الصهيرة القياسية BS 1361 الجزء 2 التي بمقدورها التعامل مع مستويات الاعطال التي تصل الى 16 ك أ كما ذكرنا سابقاً. وحتى الاحجام الصغيرة من هذه الصهيرات فانها لا تزال من وسائل الحماية المثالية ضد الزيادة في التيار والتي تعد بديلاً اقتصادياً لفواصم الدارة المنمنة

وللصهيرات القابلة للاستبدال شبه المغلقة. وتوفر هذه الصهيرات انصهاراً متميزاً وفي زمن فصل قصير جداً كذلك كما هو مبين في الشكل 4-21 (ب)، خصائص الزمن–التيار. تبدأ عائلة المنحنيات المنتجة بالقيمة المقدرة الاقل أولاً وتخط المحاور لوغرتميا وهذا يعني ان كل نقطة تدريج معلمة تتغير بمعامل مقداره 10. ولغايات التبسيط فان اسس العشرة المختلفة المستخدمة في تدريج المنحنى هي كما يلي ولكن يجب ان نتذكر عدّ كل خط بما في ذلك الخط الاول.

$$0.01 = 10^{-2}$$
$$0.1 = 10^{-1}$$
$$1.0 = 10^{0}$$
$$10 = 10^{1}$$
$$100 = 10^{2}$$
$$1000 = 10^{3}$$
$$10000 = 10^{4}$$
$$100000 = 10^{5}$$

ملاحظة: من منحنى الصهيرة القياسية BS1361 سيلاحظ انه لزمن فصل مقداره 5 ث فان اداة حماية بقيمة مقررة مقدارها 5 أ ستحتاج لسحب تيار تتراوح قيمته ما بين 10 و20 أ. للتحقق من اجابتك انظر الجدول 41A2 من تعليمات IEE وقسم فلطية التزويد الاسمية 240 ف على القيمة العظمى لمعاوقة انشوطة العطل الارضي (17Ω) الامر الذي يعطي تيار فصل مقداره 14 أ تقريباً. كرر العملية لزمن فصل مقداره 0.4 ث وتذكر ان تستخدم قيمة المعاوقة المشار اليها في الجدول 41A1.

تعد فواصم الدارة المنمنمة (ف. د. م) القياسية BS3871 الجزء I نوعاً آخر من اشكال حماية الدارات الكهربائية ضد الزيادة في التيار وضد مخاطر الحريق وتستخدم بشكل اساسي مع الدارات النهائية ويتم تصنيفها تبعاً لتيار الفصل اللحظي لها. اي التيار الذي تعمل عنده وخلال 100 مللي ثانية. يبين الشكل (4-20) اربعة انواع من هذه الفواصم مع نطاقات تشغيلها المغناطيسية. يفصل النوع I عند قيمة تيار تتراوح

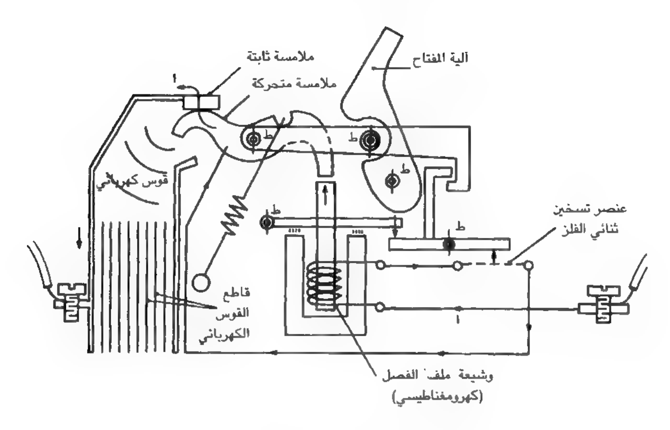
بين 2.7 و 4 اضعاف قيمته المقدرة. وهذه الفواصم مناسبة للاحمال التي يقل فيها او تخلو من التيارات العارمة عند التشغيل كما يحدث عند تشغيل الاجهزة المنزلية. بينما يفصل النوع 2 عند قيمة تيار تتراوح بين 4 و 7 اضعاف قيمته المقدرة، وله استعمالات عامة تفوق سابقه كونه يقلل من احتمالية الفصل الخاطئ المصحوب بسرعة فصل بطيئة مع الاحمال الثقيلة سيلاحظ ان النوع 3 من هذه الفواصم له سعة فصل تتراوح بين 7 و 10 اضعاف قيمة تياره المقدرة وهو من الانواع المناسبة للاستخدامات الصناعية كدارات المحركات الكهربائية. اما النوع 4 فسيلاحظ ان تيار الفصل له يزيد عن 10 اضعاف تياره المقدرة ويمكن استخدامه مع دارات اللحام الكهربائي وحتى معدات الاشعة السينية.

سيلاحظ من مقلوب خصائص الزمن-التيار لهذا الفاصم ان منحنى تشغيله يبرز شكلين متميزين. فالمنحنى العلوي يظهر الاداء الحراري للفاصم اثناء الزيادة في التحميل بينما يظهر المنحنى السفلي الاداء الكهرومغناطيسي للفاصم اثناء قصر الدارة. سيتسبب التشغيل الحراري بانحراف عنصر التسخين الثنائي المعدن "الفلز" وكلما كانت الزيادة في الحمل كبيرة سارع الفاصم في عملية فصل الدارة. تتبع هذا الاداء عملية ذات ابعاد دراماتيكية عالية عند حدوث قصر في الدارة. ولكن يجدر بنا ان لا ننسى ان هذا النوع من الفواصم يشتمل على آلية تأخير زمني.

يبين الشكل (4-33) دارة توضيحية لفاصم دارة منمنم حيث نلحظ آلياً عمليتيه الاساسيتين. في حالات قصر الدارة فان التيار المندفع من خلال الفاصم سيكون عالياً جداً بحيث يشغل وبسرعة فائقة المتحرض للمغناطيس الكهربي وباتجاه معاكس لآلية التماس المتحرك، يعمل المزلاج والنابض معاً بحيث يفصلان الملامسة المتحركة وبسرعة. يتم اطفاء القوس المتولد في غرفة منفصلة تحتوي على نتوءات ومساقط مصممة لهذه الغاية.

هنالك نوع آخر مشابه من فواصم الدارة وهو الفاصم القياسي BS4752 الجزء 1 ذو الغلاف المصبوب. تتراوح القيم المقررة لهذه الفواصم ما بين 30 الى 800 أ وبمقدورها العمل عند ظروف تشغيلية عالية وتستخدم على نطاق واسع في الاستعمالات الصناعية.

لالقاء مزيد من الضوء على موضوع الحماية لنأخذ البند رقم 533-6 الذي ينص



الشكل (4-33) - دارة فاصم دارة منمنم.

على ما يلي:

"عندما يكون ضرورياً منع الخطر فان خصائص ومعايير وسائل الحماية ضد الزيادة في التيار يجب ان تكون على نحو بحيث يتم تحقيق اي تمييز مقصود" أثناء التشغيل".

أفضل اسلوب لفهم التمييز في التشغيل بين وسائل الحماية هو دراسة خصائص الزمن-التيار لها كما ذكرنا سابقاً. يفترض بوسيلة الحماية الاقرب لموقع العطل أن تعمل اولاً تاركة بذلك غيرها من الوسائل بحالة سليمة وبدون التسبب في فصل تيار التزويد عن الدارات التي تغذيها تلك الوسائل. ينصح عادة بمطالعة النشرات والدوريات التي يصدرها المصنعون للوقوف على التمييز الفعال، لوسائل الحماية وحيث تكون الحاجة الى وسائل حماية مساندة قائمة خاصة في الاحوال التي يكون فيها تيار قصر الدارة المتوقع كبيراً جداً مع مراعاة كون فواصم الدارة المنمنمة تصمم عادة لتعمل

ضمن نطاق سعات يصل الى ما قيمته 9 ك أ (M9). والانواع المطابقة لهذه الحاجة من وسائل الحماية هي الصهيرات الخرطوشية القياسية 88 الجزء 2 والصهيرات الخرطوشية القياسية 1361.

تجدر الملاحظة الى ان الامر قد يتطلب تركيب فواصم دارة تيار متبقٍ لمطابقة المتطلبات المنصوص عليها في البند 413-4 حيث ان معاوقة انشوطة العطل الارضي العالية لا تسمح باستخدام وسائل حماية ضد زيادة التيار كمعيار اساسي للتعامل مع التماسات غير المباشرة.

التمرين 4

1- في عملية تقدير الحمل الكلي على كبل التزويد الرئيسي لتمديدات فندق فقد تم استخدام معامل التنوع الخاص باجهزة الطبخ الكهربائية. باستخدام تعليمات IEE احسب التيار المطلوب لخمسة من تلك الاجهزة اذا علمت ان ثلاثة منها ذات قيم مقدرة 15كو/240 ف وان الجهازين الآخرين لهما قيم مقدرة 10كو/240ف.

2- ارسم وحدة تفريع كاملة وموسمة مخصصة للتزود من نظام مجاري قضبان توزيع صندوقي مغلق، واذكر متطلبين من متطلبات تعليمات IEE للتمديدات المتعلقة بهذا النظام.

3- وضح بالرسم الموسم كيف يمكن تأريض اسطوانة تخزين مياه ساخنة مخصصة للاغراض المنزلية ونظام انابيب المياه مع سخان مياه كهربائي مغمور.

4- (أ) ما هو الزمن اللازم لفصل دارات النهاية التي تغذي ما يلي:

- مقابس مخارج 13 أ لم يتم تركيبها في ضوء الملحق 7 من التعليمات.
- اجهزة معدات ثابتة.

(ب) باستخدام الصيغة الرياضية المنصوص عليها في البند 543-2 احسب مقاس ناقل الحماية المناسب للاستخدام مع دارة حلقية تعمل على 240ف تيار متناوب ومحمية بواسطة الصهيرة القياسية 3036 ذات المقرر 30 أ. آخذا بعين الاعتبار ان الدارة مسلكة بواسطة كبلات معزولة بمادة الـ PVC

ونواقلها مصنوعة من النحاس وممددة في مجار انبوبية مصنوعة من مادة الـ PVC ايضاً واذا علمت ان قيمة معاوقة انشوطة العطل الارضي ظم تساوي 1.1Ω.

5- ما المقصود بمصنفات الدارات 1، 2 و3 ؟ اشرح مستعيناً بالرسم الطرق المختلفة لتمديدها طبقاً لمتطلبات تعليمات IEE للتمديدات .

6- باستخدام منحنى خصائص الزمن-التيار للصهيرة القياسية 1361 الموضح في الشكل 4-21 (ب) قدر زمن الفصل للصهيرات التالية 15 أ، 20 أ، و30 أ، ما هو تعقيبك على الازمان المقدرة ؟

7- في ما يتعلق بالكبل المعزول والمغلف بمادة الـ PVC اجب عن السؤال التالي:

أ- اذكر:

- اثنين من الاحتياطات الواجب مراعاتها عند تمديد هذا النوع من الكبلات تحت ارضية خشبية.
- الاحتياطات الواجب مراعاتها عند نزع غلاف هذا الكبل.
- المعامل الواجب تطبيقه على مقرر الكبل عندما يكون محاطاً بالكامل بمادة عازلة حرارياً.
- نظام الوان قلوب الكبل الواصل بين مفتاحين ثنائيي الاتجاه لدارة انارة.

ب - اذا علمت ان التحكم بوحدة انارة الهبوط يتم موضعياً عن طريق مفتاح مركب عند مستوى الهبوط ويفترض تغيير هذا المفتاح الى مفتاح ثنائي الاتجاه وتركيب مفتاح أخر ثنائي الاتجاه في القاعة اسفل مستوى الهبوط. ارسم مخطط دارة يبين كيف يمكن تحقيق ذلك بدون تغيير التمديدات القائمة.

8 - حمل حراري احادي الطور 15كو/240 ف يراد اجراء تمديدات له باستخدام كبلات احادية القلب ونحاسية معزولة بمادة الـ PVC ومن خلال مجار صندوقية بلاستيكية. اذا علمت ان الحمل يبعد مسافة عشرة امتار عن لوحة التوزيع SPN حيث الحماية متوفرة بالصهيرة القياسية 1361 ودرجة حرارة المحيط 35 س° استناداً لتعليمات IEE للتمديدات ، احسب ما يلي:

أ- تيار التصميم.

ب- مقرر الصهيرة المناسبة.

ج- مقاس الناقل المناسب.

د- الهبوط بفلطية الدارة.

9- كرر السؤال رقم 8 لنظم التمديدات التالية:

أ- كبل مسلح معزول ومغلف بمادة الـ PVC ونواقله من النحاس.

ب- كبل معزول معدنياً ومغلف معدنياً "فلزيا" بنواقل اقل من النحاس ومغطى بالكامل بمادة الـ PVC.

ج- كبلات معزولة ومغلفة بمادة الـ PVC.

افترض ان النظم اعلاه مشبوكة مباشرة "ليست ممددة داخل المجاري".

10- في السؤال رقم 8 تقرر تمديد ناقل حماية في ضوء الجدول 54F من تعليمات IEE للتمديدات.

أ- ما هو الحد الادنى لمقاس الناقل الواجب استخدامه.

ب- ما هوالحد الادنى لقاس المجرى الصندوقي الذي يمكن استخدامه على افتراض انه قد تم توسيع نطاق الجدول 12E ليشمل ما يلي:

مساحة المقطع العرضي (مم^2)	المعامل
16	50.3
25	75.4
35	95.0
50	133.0

(ج) حيث انه قد تم اختيار المقاس المناسب للمجرى الصندوقي، ما هو عدد دارات التسخين ذات الطور الواحد التي يمكن تمديدها بداخله من دون تجاوز المعامل المذكور؟ علماً بان التمديدات ستتم باستخدام كبلات/نواقل ذات نفس مساحة المقطع العرضي.

5- التمديدات (2)

بعد الانتهاء من قراءة هذا الفصل ستكون قادراً على ان:

- تحدد عدداً من المتطلبات اللازمة المتعلقة بالدارات النهائية.
- تميّز بين طرق عزل الدارات الكهربائية وتتعرف الى متطلبات تعليمات IEE الخاصة بعمليات ايقاف التشغيل والصيانة الميكانيكية والتشغيل الطارئ.
- تصنف الانواع المختلفة من المصابيح الشائعة الاستخدام. وتحدد عدداً من المتطلبات اللازمة المتعلقة باجراءات تركيبها.
- تحدد العوامل ذات العلاقة باختيار المحركات الكهربائية وتشغيلها وتركيبها وصيانتها.
- تحدد بعض المتطلبات الواجب مراعاتها والمتعلقة ببعض التمديدات/التركيبات الخاصة ذات العلاقة بالمواقع الإنشائية والمرافق الزراعية والاجواء القابلة للاشتعال.

الدارات النهائية

لقد ناقش الفصل السابق بعضاً من المسائل الرئيسية ذات العلاقة بالتخطيط المبكر ومراحل التصميم للتمديدات والتركيبات الكهربائية. ويأتي هذ الفصل ليلقي مزيداً من الاضواء على المقطع (314) من تعليمات IEE اي على ترتيبات تمديدات الدارة الكهربائية. لقد تم التعامل مع هذا الموضوع من خلال اربع لوائح راعت ليس فقط الاسباب الكامنة خلف تقسيم التمديدات الى دارات نهائية بحيث تزود كل دارة بآليات للحماية والعزل والتشغيل ولكنها اخذت بالاعتبار ايضاً تلك التمديدات والمزيد من آليات الفصل منعاً لكهربتها بطرق غير مباشرة.

وتعرف الدارة النهائية بشكل اساسي بانها دارة خروج تغذى من لوحة التوزيع لهدف تزويد الاجهزة والمعدات الكهربائية بالطاقة اللازمة لتشغيلها. وتقسم عادة الى دارات خاصة بالانارة ودارات خاصة بالتسخين ودارات قدرة. مع ان هذا التقسيم بات قديماً وغير مواكب للتصنيفات الحديثة كالمصنف 2 للدارات الذي ينادي بان تراعى اعتبارات الفصل.

لقد تم توضيح الخطوات الصحيحة الواجب مراعاتها عند اختيار الكبل المناسب للدارة النهائية في الجزء المتعلق بتصميم التمديدات على افتراض انه قد تم اختيار نظام التمديدات مسبقاً ولا ننس ان هذا الأسلوب قد اخذ بعين الاعتبار الحمايات الضرورية ضد حالتي الزيادة في التيار (زيادة في التحميل وقصر الدارة).

ويمكن استخدام الاداة المستخدمة للحماية ضد الزيادة في التيار كاداة عزل للدارة كذلك حيث ان وصلة الصهيرة او فاصم الدارة يصنفان كاداتي عزل. والهدف من العزل هو جعل الاجزاء المختلفة من التركيبات والمعدات الكهربائية غير مكهربة "ميتة" وهي تكون مكهربة في الظروف الاعتيادية. يوجد العديد من المتطلبات المنصوص عليها في لوائح تعليمات IEE للتمديدات الخاصة بالعزل واعادة التشغيل ويجب الرجوع بهذا الصدد الى البند 13-14، الفصل 46 والمقطعين 476 و537. من الناحية العملية يجب ان تشتمل التمديدات على وسائل عزل التركيب عند مصدر التمديدات الاصلي وان تكون جاهزة دائماً للاستخدام. وغالباً ما يتم تحقيق ذلك عن طريق تزويد هذه الوسائل بقفل او مفتاح او يد متحركة.

عندما يتغذى الجهاز الكهربائي من دارة نهائية، يجب وضع أداة عزل كهربائي بجانب الجهاز، ولكن عندما يكون التحكم عن بعد يجب أخذ الاحتياطات الكفيلة لمنع إعادة القفل الغير مقصود أثناء العمل. وغالباً ما يتم تحقيق ذلك عن طريق تزويد هذه الوسائل بقفل أو بيد قابلة للنزع.

سيلاحظ كذلك من تعليمات IEE ان بعض الدارات قد تحتاج الى اشكال ونماذج اخرى من اشكال التشغيل الى جانب التشغيل الوظيفي الاساسي كالايقاف لغايات الصيانة الميكانيكية و/او التشغيل الطارئ. ويأتي الايقاف لغايات الصيانة الميكانيكية لحماية الاشخاص الذين يؤدون مهاماً غير كهربائية كاعمال التنظيف واستبدال المصابيح الكهربائية حيث يرتبط الاجراء الاخير بالقطع السريع للدارة او الجزء من

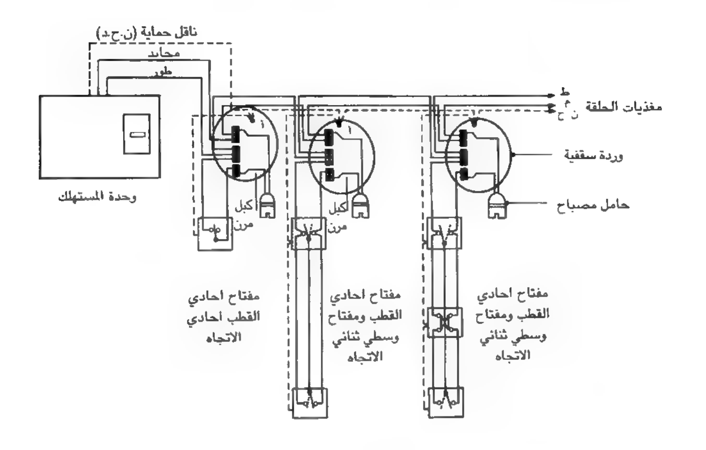
التجهيز عن المصدر لإزالة الخطر. من الجدير بالملاحظة ان القابس والمقبس لا يمكن استخدامهما لغايات التشغيل الطارئ حيث يستلزم الامر استخدام مفتاح مفرد او مجموعة من الادوات يتم تشغيلها باجراء واحد (ازرار كبس لحالات الطوارئ) من شأنها فصل مصدر التزويد الداخل. ويفترض ان تميز مفاتيح التشغيل للحالات الطارئة بشكل جلي. ويظل استخدام اللون الاحمر من الوسائل المفضلة لتحقيق هذه الغاية. كما يجب ان تكون في مواضع يسهل الوصول اليها وان يتم تشغيلها يدوياً.

وعند العودة الى تمديدات المرافق السكنية فان الدارات النهائية التي غالباً ما توجد هي: دارات الانارة والتسخين ومقابس المخارج ودارات اجهزة الطبخ الكهربائية. عملياً تزود المرافق السكنية ذات الطوابق العلوية/ السفلية بدارتي انارة وبدارتين نهائيتين على شكل حلقي لتغذية مقابس مخارج 13 أ قياسية 1363 حسب المواصفات البريطانية BS6004. واكثر النظم استخداماً للتمديدات هو نظام الكبلات المعزولة والمغلفة بمادة الـ PVC المطابقة للمواصفات البريطانية. تتم تمديدات الانارة بطريقة الوردات السقفية المغلفة حيث تمرر الكبلات من خلال جوائز خشبية مثقوبة وتجهز اطراف توصيلها عند المفاتيح ومن مساقط رأسية. وهذه التمديدات الساقطة من السقف ستدعم بحماية ميكانيكية اضافية حيث تمدد داخل انابيب او قنوات بلاستيكية (PVC)، انظر الشكل 4-22 (ب).

يتوافر العديد من ترتيبات المفاتيح التشغيلية ويبيِّن الشكل (5-1) بعضاً منها. بعض الدارات النهائية الاخرى يصار الى تسليكها بطريقة مشابهة. ومن المهم جداً الحفاظ على المواصفات القياسية الجيدة المتعلقة بالمصنعين والمهارات العملية من قبل الفنيين وبشكل خاص في ما يتعلق بتثبيت وتجهيز اطراف التوصيل لنظام التمديدات المستخدم. ويجب الرجوع بهذا الصدد الى تعليمات IEE وبخاصة الجزء 5 والملاحق ذات العلاقة. ومن جملة الاعتبارات الرئيسية الواجب مراعاتها ما يلي:

أ- تجنب تعريض الكبلات والنواقل لاية اجهادات ميكانيكية، وذلك بتوفير دعامات مناسبة وبترك مسافات ذيلية كافية في الكبلات لغايات تجهيز اطراف التوصيل. لا تلجأ الى شد التوصيلات زيادة عن المطلوب ولا تقطع او تتخلص من بعض شعيرات النقل لتكييفه مع الوصلة عند الأطراف.

ب- ميز كافة النواقل تبعاً لنظام الوانها وخصوصاً عند نقاط الخروج وحيث



الشكل (5-1) – الطرق الشائعة لتوصيل نقطة انارة.

تستخدم النواقل السوداء كنواقل طورية وعند تجهيز نواقل الحماية المعراة التي يجب تمييزها كذلك.

ج- استخدم مواد مطابقة للمواصفات البريطانية او غيرها من المواصفات الاجنبية المتميّزة.

د- احذر مصادر الحرارة وغلف النواقل بمادة مناسبة مقاومة للحرارة. وتكتسب هذه المسألة اهمية خاصة عند تمديد بعض انواع اجهزة الانارة والمدافئ الكهربائية وسخانات المياه المغمورة وبعض الاجهزة الكهربائية المنزلية كالطباخات والمكاوي.

هـ- حاذر من العوامل البيئية التي يمكن ان تؤثر في نظام التمديدات كالرطوبة المؤدية للتآكل والبرودة التي تؤثر في مادة العزل البلاستيكية (PVC) فتقصفها ومن الحرارة الزائدة التي قد تؤدي الى تشويه وتلف المادة العازلة.

و- ابذل مزيداً من العناية في ما يتعلق بنواقل الحماية وتأكد من وجود استمرارية توصيل جيدة بين الصناديق المعدنية وادوات التثبيت.

ز- حاذر من المخاطر المحتملة في الحمامات وغرف المشنات واستخدم مفاتيح بريمية مرنة للتحكم بدارات الانارة والتسخين هناك. استخدم حاملات المصابيح المطابقة للمواصفات والمثبتات المناسبة وارض الاجزاء الناقلة للكهرباء ووثقها مع نظام التأريض الكامل.

ح- طور نظام وترتيب تمديد معيّن بحيث يمكن تتبعه بسهولة وذلك لكل من نواقل الحماية، الطور والمحايد داخل لوحة التوزيع. واترك تفاصيل حول اتجاهات الدارات الى جانب تفاصيل عن الشخص المسؤول عن تنفيذ العمل.

ط- تفقد واختبر واستلم التمديدات الكهربائية في ضوء متطلبات انظمة وتعليمات التمديدات المتعارف عليها.

ي- من المهم تزويد المستهلك بالمعلومات الضرورية حول التمديدات كالمخططات وتعليمات التشغيل لنظم التسخين ودارات التنبيه والتحذير ووسائل الحماية بما في ذلك وسائل التيار المتبقي "قاطع التسرب الارضي".

وربما تطلبت الدارات النهائية في المرافق الصناعية والتجارية ترتيبات مختلفة عن تلك المنوه عنها سابقاً مع ان النقاط المدرجة اعلاه تظل كذلك صالحة وقابلة للتطبيق في هذا المجال ايضاً. احد اهم الاعتبارات بل واولها تصميم البناية واستعمالاتها. حيث قد تتطلب الانارة استخدام مصابيح تفريغ. وقد يتطلب الامر استخدام مقابس مخارج طبقاً للمواصفات البريطانية 196 او 4343 عوضاً عن تلك المطابقة للمواصفات البريطانية 1363. وقد يتم جمع نظام التدفئة مع نظام التهوية وقد يكون هناك دارات نهائية خاصة بالمحركات وآلات اللحام والمصاعد والروافع وغيرها من الاجهزة والمعدات. غالباً ما يكون مصدر التزويد 240/415ف تياراً متناوباً ولكن قد تحتاج بعض الاجهزة والمعدات الى فلطية اعلى. وفي هذه الحالة او في الحالات التي يتم استخدام فلطية تزيد

عن 240ف يجب اعطاء الاهتمام الكافي الى الاشارات التحذيرية واشارات السلامة العامة، الشكل (5-17)، التي نصت عليها المواصفات البريطانية 5378. على سبيل المثال، تحتاج وحدات الانارة ذات الفلطية العالية الى ان يتم تزويدها باشارة تحذيرية يكتب عليها كلمة (خطر) الى جانب القيمة القصوى لفلطية الدارة المفتوحة مع الارض (البند 554-5). وعلى نحو مشابه يجب توفير اشارات تحذيرية عند مفاتيح الانارة الجماعية المتعددة حيث يتوافر اكثر من طور عندها او في حالة المفاتيح او حتى المقابس التي تكون في متناول اليد. مثل هذه الاشارات يجب ان تشير الى الفلطية العظمى المتوافرة هنالك.

تمديدات الانارة

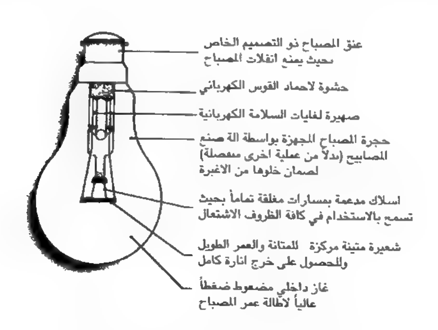
تم التعرض حتى الآن الى ترتيبات تشغيل مفاتيح دارات الانارة ولكن يحتاج المرء الى معرفة المزيد عن انواع المصابيح المختلفة ومتطلباتها وخصائصها والى الوقوف على اسباب اختيارها لتمديدات كهربائية معيّنة. يمكن تصنيف انواع المصابيح الى (i) مصابيح شعيرية: شعيرة التنجستن (ii) مصابيح فلورية (MCF) انبوبية مدمجة و(iii) مصابيح تفريغ غازية: زئبقية (MBTF/MBTA), (MBFR/U), (MBF/U وصوديومية (SOX)، (SON)،(SON-T) . هذا وقد تناول الملحق 4 موضوع المصابيح واشتمل على معلومات مهمة عن الكودات المستخدمة الى جانب معلومات اخرى.

عند اختيار نوع معيّن من المصابيح ولتمديدات انارة معينة يجب اخذ العوامل التالية بعين الاعتبار: مردودها، الضوء الخارج ، مظهر اللون، ارتدادات الالوان ومدة الخدمة "ساعات التشغيل". ومصطلح المردود يعبّر عنه بانه نسبة بين خرج المصباح مقاساً باللومن الى قدرة المصباح بالواط (لم/و). وبديهي ان يتم اختيار المصابيح ذات المردود العالي. ومظهر اللون يعني المنظر العام للمصباح وكيف يبدو كأن يكون دافئاً او بارداً. ويجب ان لا نخلط هنا بين المنظر العام للمظهر اللوني وبين ارتداد الالوان الذي يشير الى الكيفية التي يعكس الضوء من خلالها الوان الاجسام التي يسقط عليها. وعلى العموم فان الارتداد اللوني المناسب هو ذلك الذي يعطي مظهراً مشابهاً لضوء النهار. والعمر المتوقع للمصابيح يعطى بالساعات. وهذا ما يجدر بنا التعامل معه واخذه بعين

الاعتبار عند وضع ترتيبات استبدال المصابيح وجدولتها. والعمر المتوقع للمصابيح الشعيرية التنجستنية (GLS) هو ذلك العمر الذي ينعطب فيه ما نسبته 5% من عدد المصابيح المركبة. تسحب بعض المصابيح التفريغية طاقة اكثر من المصدر كلما تقادمت ومع ذلك يظل عمرها المتوقع اكبر من عمر المصابيح التنجستنية.

يستخدم مصباح التنجستين (GLS) على نطاق واسع وبخاصة في دارات الانارة المنزلية ويبين الشكل (5-2) التركيب العام لهذا المصباح.

وتتراوح قدرة هذه المصابيح ما بين 15و الى 1000و وقد تأتي على انواع مختلفة من حيث تصميم العنق او قاعدة المصباح، ومنها القاعدة البيونيتية (BC) "المسمارية" والقاعدة الايودية (ES) "القلاووظ" او الجوتية الايدودية (GES) وتستخدم هذه القواعد "القلاووظية" (GES). مع مصابيح ذات القدرات 300، 500 و1000و. وغالبيتها معبأة بالغاز لتقليل معدل تبخر الشعيرة والذي من شأنه ان يسمح لتلك المصابيح بالعمل عند درجات حرارة عالية تصل الى 3000° س. يمكن تصنيع المصابيح بحيث تكون الشعيرة مكونة من ملف احادي او من مجموعة ملفات كما هو مفضل نظراً لما



الشكل (5-2) - مصباح تنجستن (GLS) نموذجي.

توفره تلك المجموعة من شدة اضاءة. يمكن تركيب المصابيح وبالتالي تشغيلها باوضاع مختلفة ولكن عمرها يكون أكبر بالوضع العمودي، وقد يصل العمود الزمني للمصابيح ضمن النوع المزدوج + الى ما يربو عن 2500 ساعة. مع ان خاصية الارتداد اللوني لهذه المصابيح جيدة وكلفتها متدنية الا انها تعاني من تدني مردودها مقارنة بغيرها من المصابيح. من الجدير بالملاحظة انه توجد عدة تصاميم من المصابيح الشعيرية باشكال نهائية مختلفة (بيضاء او شفافة) ويوجد نطاق واسع للاختيار من حيث اللون والشكل الملاءمة الاستخدامات المتنوعة لها كأن يكون لغايات الزينة او الاعلان. ومن هذه الانواع نوع يسمى مصباح الخدمة نوع BC3 مطلي بطلاء مقاوم للهب ومعالج بطلاء للمحافظة على لونه على امتداد عمره الزمني. والجدول التالي يعطينا فكرة عن قدرات مصابيح التنجستن الشعيرية مقاسة بالواط واللومن:

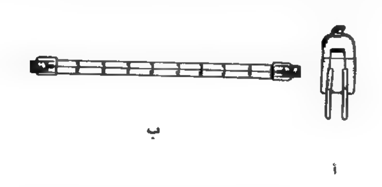
مصباح احادي الملف 240 ف		مصباح متعدد الملفات 240 ف	
واط	(ل. ت. ا)*	واط	(ل. ت. ا)*
15	150	40	390
25	200	60	665
40	325	75	885
60	575	100	1260
100	1160	150	2075
150	1960		
200	2720	لحساب المردود	
300	4300	لمصباح قدرته 100و:	
500	7700	المردود = لومن / واط	
750	12400	$= \frac{1160}{100}$	
1000	17300	= 11.6 لم/ و	

* لومن تصميم انارة

المصابيح التنجستنية الهالوجينية

لقد تم تطوير هذا النوع من المصابيح في الخمسينات ويبيّن الشكل (5-3) تصميمين من هذه المصابيح. ولغايات التشغيل فقد تم احتواء شعيرة التنجستين داخل انبوب من الكوارتز المعبأ بالغاز مع كمية مضبوطة من الهالوجين كاليود والبرومين. عند تسخين الشعيرة مع سريان التيار الكهربائي يتبخر الهالوجين الذي بدوره يضبط ويتحكم بتبخر الشعيرة حيث يحمل بخار شعيرة التنجستن الى جدار الحبابة حيث يتحد مع الهالوجين مكوناً هاليد التنجستن (او ايوديد التنجستن). ثم يعود هذا المركب إلى الشعيرة ثانية وهناك يتحلل ثانية الى هالوجين وتنجستن بفعل درجة الحرارة العالية.

تتكرر تلك الدورة مكونة بذلك آلية تنظيف ذاتي للسطح الداخلي للحبابة، الا انه وفي المصباح الشعيري المعياري (GLS) فان تبخر التنجستن يؤدي الى تشكل طبقة سوداء على السطح الداخلي للحبابة بعد فترة معقولة من الاستخدام. وهذا ما تم تجاوزه تماماً في المصابيح التنجستنية – الهالوجينية. اضافة الى ذلك فان هذه المصابيح تخدم لفترات زمنية اطول من نظيراتها الاخريات من المصابيح المعيارية (GLS). على اية حال وعلى الرغم من ان هذا النوع من المصابيح يعتبر مصدراً للضوء وبقابلية سهلة للتحكم وعلى الرغم من تصميمه المدمج والعملي الا انه يجدر بنا ملاحظة انه يلزم وكحد ادنى درجة حرارة تصل الى اختياره 250° س عند جدار الحبابة لاتمام وادامة دورة التنجستن الهالوجين. وحتى لا تتأكسد أطراف الاسلاك الداخلة وحتى لا يتلف قرص المصباح المانع للتسرب فيجب ان لا تزيد درجة الحرارة عن 350° س.



الشكل 5-3 (أ) مصباح تنجستن هالوجيني احادي النهاية.
(ب) مصباح تنجستن هالوجيني خطي مزدوج النهاية.

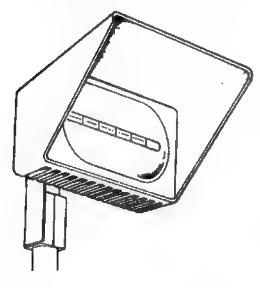
ويعرف المصباحان المبينان في الشكل (5-3) على النحو التالي:

أ- مصباح تنجستن - هالوجيني احادي النهاية.

ب- مصباح تنجستن - هالوجيني خطي مزدوج "ثنائي" النهاية.

تتمتع المصابيح الخطية بمقدرات عالية ويجب تشغيلها في الوضع الافقي (او بميل لا يزيد عن 4 عن المستوى الافقي) وبخلاف ذلك فسوف يؤدي ذلك الى رحيل بخار الهالوجين الى االطرف السفلي تاركاً الطرف العلوي خاليا من الهالوجين. وهذا من شأنه ان يؤدي الى اسوداد الحبابة وبالتالي تقصير عمر المصباح.

وتستخدم المصابيح الخطية على نطاق واسع لغايات الانارة الدعائية والزينة وبخاصة في مجال الانارة الغامرة الشكل (5-4) وكذلك في آلات النسخ المكتبية التي تحتاج الى مصدر ضوء خطي. اما المصابيح الاحادية النهاية التي تصل مقرراتها الى 500و فانها تستخدم لغايات الانارة الدعائية كذلك وفي اضاءة المسارح والستديوهات والانارة المركزة واشارات المرور.



الشكل (5-4) - وحدة ضوء غامر شمسية 500 تبيّن مصباح تنجستن لوجيني خطي.

وتالياً بعض التفاصيل المتعلقة بالمصابيح الخطية المفردة من صف M آخذين بالاعتبار وجوب تناول وتداول المصابيح الهالوجينية بعناية فائقة خاصة عند تركيبها حيث من المهم جداً عدم تلويث السطح الخارجي للانبوب الكوارتزي بالاوساخ والزيوت وما شابه حيث يؤدي ذلك الى تقرح وتصدع الانبوب ويظهر ذلك بوضوح على الحبابة مما يؤدي الى تلفها. وينصح من الناحية العملية استخدام كم ورقي فوق المصباح أو الإمساك به من أطرافه. واذا ما تم تلويث المصباح بغض النظر عن الاسلوب والكيفية فيجب ان ينظف بمحلول معيّن كالكحول الصناعي او ثالث كلوريد الكربون او بمحلول ثالث كلوريد الاستيلين.

المصابيح الخطية المزدوجة النهايات					
النوع	فلط	واط	العمر (ساعات)	عدد اللومنات	وضعية التشغيل
9 K	250/240	300	2000	5000	افقي
1 K	250/240	500	2000	9500	افقي
2 K	250/240	750	2000	15000	افقي
3 K	250/240	750	2000	15000	افقي
4 K	250/240	1000	2000	21000	افقي
5 K	250/240	1500	2000	33000	افقي
6 K	250/240	2000	2000	44000	افقي
8 K	250/240	2000	2000	44000	افقي

المصابيح التفريغية

على خلاف المصابيح التوهجية لا تشتمل هذه المصابيح على شعيرات، اذ ان الضوء الذي يصدر عنها ما هو الا نتيجة لإثارة غاز او بخار معين داخل انبوب زجاجي محكم الاغلاق يشتمل على مسريين "قطبين". عند توصيل مصباح نموذجي من هذا النوع الى مصدر التزويد وذلك بتطبيق فلطية على قطبيه فسوف يؤدي هذا الى تأين الغاز او البخار داخل الانبوب الزجاجي. والتأين ضمن هذا الاطار وببساطة ما هو الا استثارة ذرات الغاز او البخار على نحو يتم من خلاله تحويلها الى أيونات.

وتتجه الأيونات الموجبة الى المهبط (المسرى "القطب" المشحون بشحنة سالبة) وتتجه الأيونات السالبة الى المصعد (المسرى "القطب" المشحون بشحنة موجبة). كما هو معلوم فان التيار المتناوب يغير اتجاهه كل نصف دورة وهذا يعني ان الفلطية المطبقة ذات التيار المتناوب ستعمل على تحريك الأيونات بسرعة كبيرة داخل الانبوب على نحو تتصادم فيه مع الذرات المتعادلة او مع بعضها البعض او قد تمر من خلال الانبوب دونما اصطدام.

مصابيح احادية النهاية صنف M				
النوع	فلط	واط	العمر (ساعات)	عدد اللومنات
9 M	12	100	2000	2150*
1 M	12	50	2000	900
2 M	6	20	2000	350
3 M	24	250	2000	5750*
4 M	6	20	100	420
5 M	6	10	100	210
6 M	12	20	250	250
8 M	12	55	750	-
4 M	6	20	2000	-
4 M	6	20	2000	-
6 M	250/240	300	2000	5000
8 M	250/240	300	2000	8500

ملاحظات ·

* وضعية التشغيل لهذين المصباحين هي القاعدة لاسفل الى القاعدة الافقية. كافة المصابيح الاخرى يمكن تشغيلها على اية وضعية

يمكن تشغيل المصباح M 35 على فلطية مقدارها 13.2 ف، والمصباحان M 38 و M 40 قد صمما للعمل على فلطيات اخرى. مردود M 40 يصل الى 28.3 لومن / واط مقارنة مع المصباح الخطي K 9 الذي يصل مردوده الى 16.67 لومن / واط فقط.

واثناء حركتها فان الأيونات تحرر طاقتها اما على شكل حرارة او على شكل اشعاع كهرومغناطيسي ضمن النطاق فوق البنفسجي او تحت الاحمر.

ان التأين المستمر يعني بالضرورة حالة غير مستقرة داخل الانبوب وامراً يترتب عليه زيادة في تيار المصباح وهذا ما يجب التعامل معه. وقد تم تجاوز هذه المشكلة عملياً باستخدام ملف او محول تسرب عالٍ في دارة المصباح.

عموماً يوجد نوعان من المصابيح التفريغية يدعى الاول المصباح ذا المسرى البارد والآخر يسمى المصباح ذا المسرى الساخن. يعرف النوع الاول بالمصباح النيوني الذي يحتاج الى فلطية عالية لبدء التفريغ والآخر يمكن تشغيله على فلطية التزويد ذاتها. وسوف نناقش اربعة منها تالياً وهي:

أ- المصابيح الفلورية الزئبقية ذات الضغط المنخفض.

ب- المصابيح الفلورية الزئبقية ذات الضغط العالي.

ج- مصابيح بخار الصوديوم ذات الضغط المنخفض.

د- مصابيح بخار الصوديوم ذات الضغط العالي.

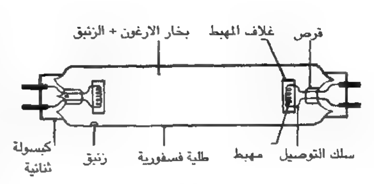
المصابيح الفلورية الزئبقية ذات الضغط المنخفض

تعرف هذه المصابيح بالمصابيح الفلورية الانبوبية وتعمل على ضغط منخفض وتكون على النحو (MCF) ويبيّن الشكلان (5-5، 5-6) تركيب هذا النوع من المصابيح التي تتكوّن من مصباح زجاجي نافذ مملوء بغاز خامل او نادر كالارجون او الكربتون وكمية محددة من بخار الزئبق. يطلى الجدار الداخلي للانبوب بالفسفور الفلوري الذي يمتص الاشعة فوق البنفسجية ويحولها الى ضوء مرئي. ويستخدم الفسفور بانواعه المختلفة لاشعاع الضوء وبكل الالوان تقريباً. عند نهايتي الانبوب توجد المهابط الشكل (5-6) وهي عبارة عن ملف سلك احادي او متعدد من التنجستن. تطلى هذه المهابط بمادة خاصة مشعة للإلكترونات، تثبت هذه المهابط على حاملات زجاجية وتثبت عند طرف المصباح بإحكام.

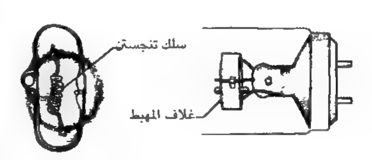
وتصنع الانابيب الفلورية باطوال متعددة تتراوح ما بين 150 الى 2400 مم وبقدرات متفاوتة تتراوح ما بين 4 الى125و ، وغالبية هذه الانابيب تثبت الى كبسولات مزودة

بمسمارين. وتوجد انواع مصغرة من هذه الكبسولات للمقاسات الصغيرة من هذه الانابيب. يظل اللون الابيض من اكثر الالوان كفاءة وفعالية واكثرها توفيراً لامكانية التوزيع والارتداد اللوني لغايات الانارة العامة. تصمم هذه المصابيح لتعطي ما يقارب 8800 لم وبمردود يصل الى 70 لم/و.

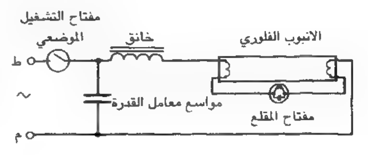
قبل ان يضيء المصباح الفلوري يجب ان يتم تأين الغاز داخل الانبوب وعادة فان الفلطية اللازمة لاحداث ذلك تزيد قليلاً عن الفلطية اللازمة للإبقاء على التفريغ الفعلي. وبما ان معظم المصابيح الفلورية تعمل على تيار متناوب فانه امكن تأمين فلطية عارمة أولية باستخدام ملف تحريض يسمى "الخانق" ويعمل بدوره على الحد من الزيادة في تيار المصباح كذلك – من زاوية ان مقاومة المصباح تتضاءل مع الزيادة في التفريغ. لسوء الحظ ان الخانق يتسبب في معامل قدرة متخلف حيث يلزم استخدام مواسع لتصحيح معامل القدرة يتم تضمينه بمفتاح التحكم. ونعرض في ما يلي الطريقتين الشائعتين لاقلاع المصابيح الفلورية.



الشكل (5-5) - التركيب الاساسي لانبوب فلوري.



الشكل (6-5) - مهبط انبوب فلوري.



الشكل (7-5) دارة مفتاح المقلع التوهجي.

دارة مفتاح الاقلاع

يبيّن الشكل (5-7) دارة مفتاح اقلاع نموذجية تستخدم مفتاح اقلاع من النوع التوهجي (الشكل 5-8). يتم تسليك المفتاح المقلع على التوازي وعلى احد جانبي المصباح وتكون ملامسته مفتوحة اعتيادياً (وملامساته عبارة عن مسريين على شكل شريحتي ازدواج معدني). عند اغلاق مفتاح التشغيل يتم تسليط فلطية المصدر الكاملة على طرفي ملامسات المقلع ونظراً لتقاربهما يحدث تفريغ وهجي بينهما تسخن الملامسات بسرعة وتتمدد لتتلامس سامحة بذلك بمرور التيار عبر مهابط المصباح. سيلاحظ المصباح مضاء عند نهايتيه قبل اقلاع قوس التفريغ. يتشكل القوس فقط عندما تبرد ملامسات الاقلاع قاطعاً دارة الخانق التحريضية لإعادة إحداث التفريغ الوهجي في وحدة مفتاح الإقلاع ولهذا تبقى الملامسات مفتوحة لتوليد فلطية التفريغ اللازمة. ان الفلطية المطبقة على طرفي المصباح في تلك اللحظة غير كافية.

الغلاف الخارجي
مكثف من النوع القرصي الحزفي
اقطاب على شكل شريحة ازدواج حراري داخل انبوب زجاجي مملوء بالنيون
قرص القاعدة
مسمار التوصيل

الشكل (5-8) - مفتاح مقلع توهجي.

انْ عجز المصباح عن الاقلاع في المرة الاولى تعاد الكرة مرة ثانية، ففي بعض الاحيان يفتح المقلع قبل ان تسخن مهابط المصباح. من سلبيات هذا التشغيل البارد ان القوس الكهربائي المولد يقصر من عمر المصباح وذلك بما يحدثه من تآكل في مادة الاشعاع او الانبعاث الالكتروني حول المهابط آخذين بالاعتبار ان تدني مستوى الانبعاث او الاشعاع يؤدي الى وميض متكرر في اضاءة المصباح اي تلاحظ ذبذبة في الاضاءة: يضيء تارة وينطفئ تارة اخرى.

ونستطيع القول انه لم تعد هناك فائدة من المصباح ان اصبح تالفاً تماماً عندما نصل الى الحالة التي تعجز فيها مادة الاشعاع الالكتروني عن توليد الالكترونات بالقدر اللازم. ويمكن الاستدلال على ذلك بملاحظة الاسوداد على طرفي المصباح. يحدث احياناً ان تعجز ملامسات المقلع عن الفتح مما يعني ظهور توهج عند طرفي المصباح فقط ودون اشتعاله. من المهم ان يستخدم الحجم المناسب من مفاتيح الاقلاع الذي

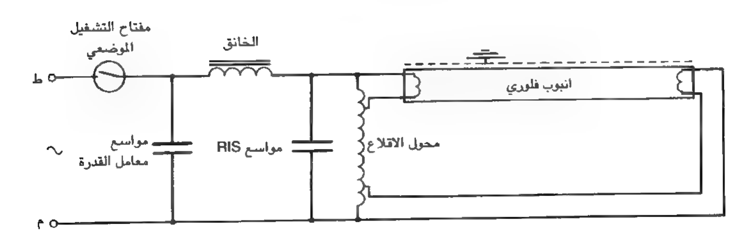
يتلاءم مع حجم المصباح نفسه. يمكن اختيار المقلع بعدة طرق ووسائل ابسطها بوصله على التوالي مع مصباح تنجستن 25و، 240ف فاذا ما راح المصباح يضيء على نحو وميضي (اي يضيء تارة وينطفئ تارة اخرى) فهذا يعني ان المقلع يعمل بشكل صحيح.

دارة محوّل الاقلاع السريع

يبيّن الشكل (5-9) تفاصيل هذه الدارة. وكما هو ملاحظ فان المحوّل موصول على طرفي مهابط المصباح ويحدث التفريغ حال وصول القطبين الى درجة حرارة التشغيل التي صمما ليعملا من خلالها. عند اتمام مرحلة ما قبل التسخين فان التأثير الوسعي بين مهبطي المصباح والهيكل المعدني المتأرض، يؤين الغاز داخل المصباح وبالتالي يحدث التفريغ. ونذكر هنا ان بعض المصابيح مزودة بشريحة تأريض ومن المهم جداً تأريض كل الاجزاء المعدنية وخاصة القريبة من المصباح.

تمتاز دارة الاقلاع السريع عن دارة المقلع بما يلي:

- توفر اقلاعاً سريعاً للاضاءة.
- لا توجد مشاكل المقلعات المعطوبة.
- لا تترتب عليها مخاطر التشغيل البارد.



الشكل (5-9) - دارة محول الاقلاع السريع.

ومع ذلك يظل المحول اكثر كلفة الى جانب حدوث بعض المتاعب مع تدني درجات الحرارة او انخفاض مستوى فلطية التزويد، الامر الذي يترتب عليه اضعاف المصباح مع مشاهدة توهج شديد عند طرفيه والذي قد يعود ايضاً الى سوء تأريض الوحدة او خطأ في اختيار الانبوب المناسب. وفي حال عدم ظهور اشارات توهجية فهذا يعني احتمال حدوث قصر دارة او ان تكون الدارة مفتوحة في الوقت الذي تبدأ معه ملاحظة الرفيف في اضاءة المصباح فهذا يعني انقضاء اجله. ولكن في الحالات التي يضيء فيها ببطء فقد يكون مرد ذلك الى تدني درجة الحرارة او تدني مستوى توصيلات حامل المصباح.

المواسعات (المكثفات)

تستخدم المواسعات في دارات المصابيح الفلورية لغرضين اولهما تحسين معامل القدرة وثانيهما كتم التداخل الراديوي. وتصنع مواسعات تحسين معامل القدرة على شكل رقائق فلمية جافة حيث تلف شريحتان من البوليبروبيلين المعدن على قالب بلاستيكي. وللعلم فان مصباحاً فلورياً قدرته 125و وطوله 2400 مم، سيحتاج الى مواسع بمواسعة مقدارها 7.2 مكفر (ميكروفاراد)،

اما كاتمات التداخل الراديوي فهي عبارة عن مواسعات صغيرة تثبت داخل المقلع نفسه او مع المحولات المستخدمة لبدء الوحدات الفلورية. يجب ان لا تركب المصابيح الفلورية بجانب اجهزة الراديو او ما شابهها لان المصباح يولد اشارات اشعاعية عالية الذبذبة بحيث يمكن التقاطها عبر هوائي الراديو وبخاصة على نطاق الموجة المتوسطة. وتتولد هذه الاشارات بشكل خاص عند دعامة مهبط الانبوب او قريباً منها ولكنها تتحرك الى اعلى والى اسفل المهبط حتى تفقد المادة المشعة.

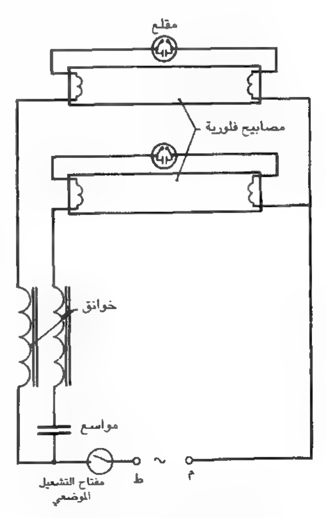
ومن الطرق المستخدمة للتغلب على هذه المشكلة تركيب الهوائيات خارج المنزل او عكس الانبوب الفلوري او تزويد الدارة بشبكة ترشيح راديوية. وهنا تصل القيم النموذجية للمواسعات الى ما يقارب 0.005 مكفر.

الظاهرة المخيالية

في التركيبات والتمديدات التي تشتمل على آلات دوارة حيث تستخدم المصابيح التفريغية يخشى ان يرى المرء الآلات الدوارة على انها ثابتة لا تدور. وتسمى هذه الظاهرة بالظاهرة المخيالية. وتحدث في المصابيح التفريغية لان تفريغها يتوقف مرتين في كل دورة مما يؤدي الى رفيفها مرة كل 10 مث (ملي ثانية). ولا تحدث هذه الظاهرة مع المصابيح الفلورية كون شعيراتها لا تبرد بتلك السرعة الكافية لملاحظة اية اشارات دالة على التغيرات في دورة مصدر التزويد. في ما يلي سنحاول فهم الظاهرة المخيالية وربما من خلال اسهل الطرق وذلك بان نأخذ عجلة دوارة. في اللحظة التي يستلم فيها التفريغ فلطية مقدارها صفر سيكون البرمق (قضيب يمتد شعاعياً من مركز العجلة إلى حافتها) في المكان الذي كان يحتله برمق آخر بفارق زمني مقداره نصف دورة لذبذبة مصدر التزويد.

وللتغلب على هذه الظاهرة تستخدم ازواج من المصابيح وتثبت معاً وبازاحة طورية، اي انها تسلك على نحو يكون فيه التيار الداخل لمصباح مزاحاً عن التيار الداخل للمصباح الآخر بمقدار طور واحد. الامر الذي يترتب عليه تشغيل واطفاء المصباحين على فترات متباعدة ضمن اطار الدورة الواحدة وهذا ما يعرف بترتيبة الدارة المتقدمة-المتخلفة.

ويبيِّن الشكل (5-10) ترتيبا نموذجيا لهذه الدارة. ومن الترتيبات الاخرى البديلة للتغلب على هذه الظاهرة وفي حال توافر مصدر ثلاثي الاطوار هو ان يتم وصل المصابيح المتجاورة على اطوار مختلفة اي تارة وفق الترتيب احمر،



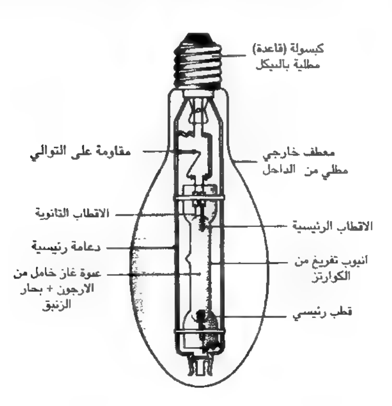
الشكل (5-10) - دارة تقديم/تأخير نموذجية.

اصفر، ازرق وهكذا بهذه الطريقة فان كل مصباح سينطفئ كل 120° (كهربية). وحل آخر لهذه الظاهرة يكمن في استخدام مزيج من المصابيح التفريغية والمصابيح التوهجية.

المصابيح الفلورية الزئبقية ذات الضغط العالي

يبيّن الشكل (5-11) مصباحاً نموذجياً من هذا النوع وهو المصنف كمصباح (MBF) يتكوّن من غلاف كوارتزي ومحمل دون 100و/ سم لطول القوس. وهذا المصباح من المصابيح المناسبة للتشغيل في اي وضع من الاوضاع وبالتالي يمكن ادراجه كمصباح MBF /U (حيث يشير الحرف U الى وضعية تشغيل عامة).

ويتوافر هذا المصباح باحجام متعددة وبقدرات تتراوح ما بين 50 الى 1000و وبفلطية في المدى ما بين (230-250ف). تثبت هذه المصابيح بواسطة برغي اديسوني



الشكل (5-11) - مصباح تفريغ MBF نموذجي.

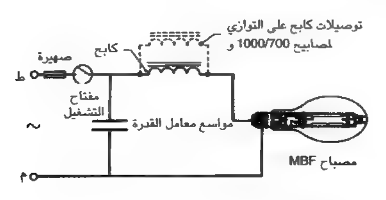
وكبسولة قلاووظية نوع جوليات اديسون. وتصمم من حيث تدفق الاضاءة في المدى ما بين 1800 و 58000 لم ويمردود يتراوح ما بين 56-38 لم / و ويصل عمر المصباح الزمني الى ما يقارب 7500 سا (ساعة).

يتم احداث التأين داخل الانبوب الكوارتزي بواسطة مهبط ثانوي يثبت الى جانب احد المهابط الرئيسية. ويتم ربط مقاومة عالية على التوالي مع هذا المهبط الثانوي في الوقت الذي يربط فيه طرفها الثاني الى المهبط الرئيسي الآخر .

عند تشغيل المصباح يحدث التفريغ بين المهبط الرئيسي والمهبط الثانوي حيث يتأين غاز الارجون الذي يملأ الانبوب ويسخن انبوب التفريغ متسبباً بتوليد قوس كهربائي بين المهبطين الرئيسيين. والزئبق المكثف على الجدران الداخلية لانبوب التفريغ بفعل ذلك القوس يتبخر ويطغى على التفريغ ويطلى السطح الداخلي لحبابة المصباح الخارجية بالفسفور الفلوري الذي يحوّل الاشعاع فوق البنفسجي المتولد عن القوس في الانبوب الى ضوء مرئي.

وكلما ازداد الضغط داخل المصباح يمتنع المهبط الثانوي عن العمل في الدارة بسبب المقاومة العالية الموصلة معه على التوالي.

من الناحية العملية يحتاج المصباح الى عدة دقائق للوصول الى حالة الانارة الكاملة ويعتمد ذلك على موقعه في النظام وعلى نوعية غلافه. على اية حال ونظراً لكون ضغط بخار الزئبق داخل انبوب التفريغ يرتفع الى بضع ضغوطات جوية فيجب العمل على خفض درجة الحرارة بعد الاطفاء وقبل ان يتمكن المصباح من التشغيل ثانية. يبيّن الشكل (5-12) دارة مصباح (MBF) نموذجية.



الشكل (5-12) - تمديدات دارة مصباح MBF.

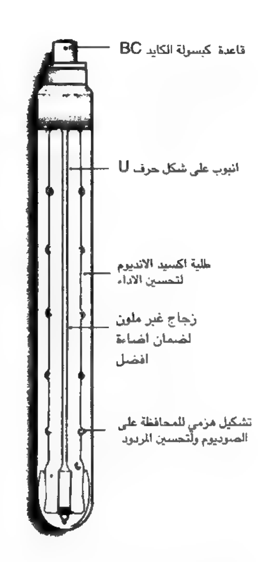
تولد المصابيح الزئبقية التفريغية طيفاً خطياً اي انها تشع طاقة عند اطوال موجية معينة، لكنها تظل قاصرة عن اللون الاحمر في حين تكون الخطوط الاقوى هي الارجواني والاخضر والاصفر وفوق البنفسجي. واستخدام المساحيق الفلورية وبخاصة الفلور الفسفوري الاحمر يحسن وبشكل كبير خاصية الارتداد اللوني ومردود المصباح كذلك. وتستخدم هذه المصابيح على نطاق واسع وبخاصة لاغراض انارة الشوارع والانارة الصناعية، وانارة المعارض والمتاجر الخ...

بالنسبة لاعطال هذه المصابيح وعجزها عن الانارة قد يكون ذلك ناتجاً عن انفتاح في تمديدات الدارة او في دارة الكابح او بسبب توصيلات غير صحيحة للدارة. وقد يعود السبب الى انقضاء عمر المصباح او حتى الحيلولة دون اعطاء المصابيح الوقت الكافي لإعادة التفريغ. ويظل مستوى الفلطية او التفريغ غير الصحيح للكابح من الاسباب المؤدية الى تدني مستوى الاضاءة الناتجة. وعليه يجب التأكد من مستوى الفلطية باستمرار وتفقد الكابح للتأكد من عدم ارتفاع درجة حرارته فوق الحدود المسموح بها.

مصابيح بخار الصوديوم ذات الضغط المنخفض

يبيِّن الشكل (5-13) تفاصيل هذا المصباح المصنف SOX والذي يتكوّن من انبوب تفريغ على شكل حرف "U" يحتوي على صوديوم معدني وغاز خامل كالنيون. يوفر الشكل الهزمي نقاطاً باردة للمحافظة على الصوديوم المعدني، وبالتالي منع ظاهرة الانعكاس المرئي. ويتم احتواء انبوب التفريغ داخل حبابة انبوبية الشكل وجدارها الداخلي مغطى بطلية عاكسة من مادة اكسيد الالنيوم. وتعمل هذه الطلية كعاكسة للاشعة تحت الحمراء حافظة بذلك درجة حرارة انبوب التفريغ على اقصى مستوياتها وضمن الحدود الدنيا للقدرة الداخلة. وهذا يعني الحصول على اعلى مردود من المصباح.

ويتوافر هذا المصباح بقدرات خمس على الاغلب وهي ,35 ,55 ,90 ,135 و180 واط ويتراوح تصميمها من حيث تدفق الاضاءة باللومن ما بين 4300 الى 31500 لم ويمردود 123 و175 لم / و على التوالي. يمكن ان تكون وضعية التشغيل افقية ±20° اي ان المصابيح ذات القدرة 35 و، والقدرة 55 و، يمكن تشغيلها في الوضع المقلوب. وتصمم هذه المصابيح لتعمل عل فلطية تتراوح ما بين 230 الى 250 ف، ويقدر عمرها الزمني بستة آلاف ساعة.



الشكل (5-13)- مصباح صوديوم (SOX) ذو ضغط منخفض.

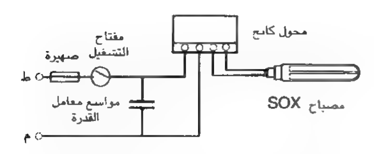
وتمتاز مصابيح الصوديوم ذات الضغط المنخفض عن نظيراتها الزئبقية بطول قوس التفريغ. وعليه فانها تحتاج الى فلطية اعلى عند الاقلاع التشغيل (ما بين 480 الى 650 ف) ويتم ذلك عن طريق محول تسريب يعمل بعد مرحلة الاقلاع كوسيلة للحد من ارتفاع الشدة في التيار. وتشغل المصابيح ذات القدرات المتدنية وبالذات تلك المصابيح التي قدرتها 35 و، 55 و، عن طريق قادح (مشعل) خارجي.

عند وصل مصباح SOX مع مصدر التيار المتناوب يحدث تفريغ اولاً في غاز النيون ويميِّز من خلال الوميض الاحمر، ويحتاج المصباح الى فترة زمنية تتراوح ما بين 6 الى 15 دقيقة للوصول الى حالة الانارة الكاملة،

وعندما تسخن فان الصوديوم المعدني المكثف على الجدران الداخلية لانبوب التفريغ يبدأ بالتبخر حتى يطغي على تفريغ النيون ويبدأ لون المصباح بالتغيِّر من الاحمر الى الاصفر الاحادي. وعليه فان خاصة الارتداد اللوني لهذا النوع من المصابيح تكون ضعيفة حيث تبدو كل الالوان المحيطة كأنها صفراء.

على الرغم من هذه السلبية فان هذا النوع من المصابيح يتمتع بمردود عالٍ ويستخدم على نطاق واسع جداً لاغراض انارة الشوارع والانارة الغامرة وفي الاماكن التي لا يكون فيها تمييز الالوان مسألة ذات اهمية. يبين الشكل (5-14) دارة نموذجية لمصباح SOX.

يجب ان يستبدل المصباح الذي يعجز عن الاضاءة بمصباح آخر مع ان الخلل قد يكون في دارة التمديدات او في الكابح. يجب كذلك فحص مصدر التزويد وبخاصة اذا



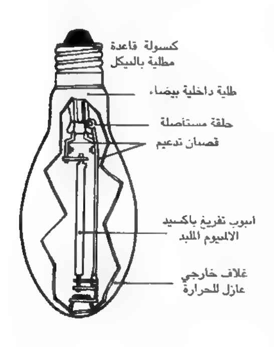
الشكل (5-14) - تمديدات دارة مصباح (SOX)

كان المصباح يعمل ولكن بمردود منخفض. وهذه الظاهرة قد تعود الى خلل في المصباح نفسه او خطأ في توصيلات الكابح.

مصابيح بخار الصوديوم

ذات الضغط العالي

يبيّن الشكل (5-15) مصباح صوديوم ذا ضغط عالٍ ومصنف SON الا انه يوجد نموذجان من هذا النوع من المصابيح وهما SON-T (الانبوبي الشفاف) وSON-TD (الانبوبي الشفاف الكوارتزي المزدوج النهاية). يتكون النموذج SON من انبوب تفريغ مصنوع من اكسيد الالمنيوم الملبد المقاوم للتأثيرات الكيماوية وعلى درجات الحرارة العالية. يحتوي كذلك على غلاف خارجي مطلي بمادة عازلة من شانها أن تعطي انتشاراً واسعاً للاضاءة ذات اللون الابيض المذهب. يبيّن الشكل (5-16) دارة توصيل هذا المصباح.



الشكل (5-15) - مصباح صوديوم (SON) ضغط عالي.

يتم تشغيل هذا المصباح بواسطة نبضة فلطية عالية يتم تطبيقها بواسطة القادح (المشعل) ويتوقف عن العمل حالما يحدث التفريغ ويحتاج المصباح الى ما يقارب 5 دقائق للوصول الى حالة الانارة الكاملة، ويمكن في حال إطفاء المصباح ان يعود للاشتعال في مدة لا تزيد عن دقيقة من إطفائه. يتراوح مدى القدرة التي تصنع وفقها

هذه المصابيح بين 70 و 100 و وتدفق اضاءة مقاساً باللومن بين 5300 و110000 لم. يتم تثبيت المصباح مع كبسولة "قاعدة" من نوع GES ويمكن استخدامها على كل الاوضاع. ويقدر عمره الزمني بنحو ستة آلاف ساعة ويعمل على فلطية تتراوح ما بين 230 الى 250 ف. اما مردود هذا النوع من المصابيح فانه يتراوح ما بين 82 الى 120لم / و وهي تتمتع بخاصية ارتداد لوني معقولة مع تخفيف حدة اللون الاخضر واللون الازرق قليلاً وتعزيز اللون الاحمر، واللون الاصفر. وبما ان كل الالوان المحيطة بهذه المصابيح يمكن تمييزها فانها تستخدم لغايات الانارة الداخلية كأحواض السباحة ومراكز التسوق العصرية. وتستخدم كذلك على نطاق واسع جداً في الإنارة الصناعية وإنارة الشواطئ والشوارع.

تكاد تكون متاعب هذه المصابيح مشابهة تماماً لمتاعب مصابيح التفريغ الاخرى كأن يعجز المصباح عن الاضاءة ومع انه سليم، فيكون قد انقضى عمره، غير انه في بعض الاحيان قد يكون السبب ناتجاً عن خلل في مصدر التزويد او خلل في التمديدات ذاتها. والاسلم هنا وقبل اتخاذ اي اجراء آخر ان يستبدل المصباح وتتفقد دارة التحكم للتأكد من الفلطية العاملة وبخاصة فلطية الكابح . واذا ما لوحظ ان ضوء المصباح غير مستقر فان هذا يعني ان المصباح يعاني من توصيلات مرتخية.

ارشادات عامة

1- اعزل دائما دارة المصباح قبل تركيبه او استبداله.

2- تأكد من ملاءمة صهيرة المصباح.

3- تأكد من مطابقة المصباح البديل من حيث الفلطية والقدرة وكبسولة "قاعدة" التثبيت.

4- حاذر عند ادخال المصباح البديل الى مثبته.

5- إحمِ المصباح ضد الصدمات الميكانيكية والحرارية مثل رش الحبابة بالماء وكذلك إحمِه من الاهتزاز.

6- اقرأ تعليمات الشركة الصانعة بخصوص تركيب بعض المصابيح الخاصة وبالذات حول كيفية تناول تلك المصابيح وترتيبة وضعية التشغيل بالنسبة اليها.

7- حاذر عند التخلص من المصابيح المنتهية او التالفة واحرص على التخلص منها وكسر انابيب التفريغ الخاصة بها داخل حاويات في الهواء الطلق ولا تحاول كسر انبوب التفريغ الداخلي لمصابيح الضغط العالي. والحذر مطلوب كذلك مع مصابيح الضغط المنخفض حيث تكمن مخاطر الحريق وتطاير شظيات زجاجية.

8- حاذر عند تناول معدات التحكم كمحول الكابح حيث ان هذا الجهاز ثقيل بعض الشيء وقد يؤدي الى اصابة الاشخاص اذا ما سقط على الايدي والاقدام.

9- حاذر من الفلطية العالية الموجودة في وحدات الكبح واحذر عند التعامل مع المواسعات في الحالات التي لا تثبت معها مقاومات تفريغ لتفريغ شحنتها، وراجع تعليمات الشركة الصانعة قبل التخلص من وحدات التحكم كالمواسعات التي تحتوي على مواد مشربة بثنائي الفينول.

متطلبات الانظمة والتعليمات

نصت انظمة وتعليمات IEE للتمديدات على عدد من المتطلبات الخاصة بتمديدات وتركيبات الانارة ومنها ما يلي:

يجب ان يتم تركيب المصابيح الشعيرية التوهجية بعيداً عن الاماكن القابلة للاشتعال حيث يجب استعمال الحواجز الواقية اذا اقتضى الامر ويجب ان يكون الحاجز الواقي بمواصفات تمكنه من تحمل درجة الحرارة الناتجة عن اضاءة المصباح (البند 422-4).

يحظر تركيب الورديات السقفية في اية دارة نقل على فلطية تزيد عن 250 ف (البند 553-19).

تستخدم حاملات المصابيح فقط في الدارات التي تعمل على فلطية لا تزيد عن 250 ف (البند 553-15).

عند توصيل حاملات المصابيح من نوع الملامسات المركزية الشكليّة او من النوع الاديسوني القلاووظي الى مصدر بناقل محايد مؤرض فان سطح التلامس الخارجي المقلوظ يجب ان يوصل مع ذلك الناقل. واذا ما استخدمت هذه الحوامل في دارات لا تشتمل على نظام تأريض وفي اماكن يمكن الوصول اليها ولمسها باليد، يجب تزويدها

بغلاف عازل واق من مادة عازلة مطابقة للمواصفات المنصوص عليها في الملحق B من المواصفة البريطانية 98. او يمكن تركيبه في مكان بحيث لا يمكن لمس قاعدة المصباح ولا سطح التلامس الخارجي المقلوظ من الحامل عند تعشيق القاعدة مع ذلك الملامس (25) (انظر كذلك الى منشورات HSE الارشادية 1911 SHW).

توجد بعض التعليمات الاخرى التي تعود الى تجنب الاجهادات الميكانيكية على الكبلات ونهايات توصيلها داخل الوردة السقفية او ما شابه. يجب عدم استخدام صندوق المخارج PVC في اماكن ترتفع فيها درجة الحرارة عن 60° س ويفترض ان لا تحمل او تدعم اجهزة انارة يزيد وزنها عن 3 كغ والكبلات المرنة التي تحمل مصابيح الانارة بنفسها مقتصرة فقط على اوزان تصل الى 2 كغ لمقاس 0.5 مم^2 و3 كغ لمقاس 0.75مم^2 و5 كغ لمقاس 1.0 مم^2 والكبلات المرنة (البريمات) التي تصل ما بين حامل المصابيح والوردة السقفية يجب ان تكون مناسبة للعمل على درجات حرارة لا تقل عن 80°س. كما يجب تزويد نقاط الانارة ومفاتيح الانارة باطراف تأريض، وتزويد مواسعات ووسائل التحكم الاخرى بادوات تفريغ مباشر وفور فصل مصدر التزويد.

في ما يتعلق بالانارة التفريغية فقد تم تطوير عدد من التعليمات مثل تلك الخاصة بمقرر التيار للمفاتيح ومقادير تحميل الدارات ووسائل التحكم وتشكيل الاجزاء المكهربة منعاً للوصول اليها الى جانب الفلطية القصوى المسموحة الى جانب التعليمات الخاصة بتمديدات المصابيح النيونية البيانية الاشارية.

اما المفاتيح (البند 537-19) فكما هو معلوم ان تيارات الشحنة العابرة لحظة التشغيل المسحوب من قبل المواسعات قد تصل الى ما يقارب 20 ضعفاً مقارنة مع التيار الاعتيادي. وعند اطفاء الدارة فان المجال المغناطيسي المتداعي للخانق قد يؤدي الى فلطية لحظية قد تصل الى بضعة آلاف من الفلطيات ولذا فان البند 537-19 من التعليمات ينص على وجوب ان تكون القيم المقدرة للمفاتيح من حيث التيار ضعف تيار الحمل الثابت وان تكون المفاتيح من النوع الذي يمتاز بآلية فصل ووصل سريعتين.

اما تحميل الدارات فترى التعليمات ان يتم حساب الفلط امبير للدارة وذلك بضرب قدرة المصباح المقررة (مقاس بالواط) بمعامل قيمته (1.8). ويأخذ هذا المضاعف بعين الاعتبار معامل قدرة للدارة لا يقل عن 0.85 الى جانب الفواقد في معدات التحكم والتشغيل والتيارات التوافقية المشتقة من اكثر من مصدر. ولكن في المصابيح التفريغية

فانها تنتج بشكل رئيسي عن الدارة المغناطيسية لكابح المصباح والخوانق الحثية كذلك. وتؤدي هذه التيارات الى تشويه شكل موجة التيار المتناوب الاعتيادي. لسوء الحظ فان تحسين معامل القدرة لدارة المصباح بقصد تقليل شدة التيار المار فيها يزيد من نسبة التيارات التوافقية فيها. ولهذا السبب فانه يجب استخدام خط محايد بمقاس كامل في النظم الثلاثية الاطوار-اربعة اسلاك حيث تمتاز التيارات التوافقية بخاصة الاضافة في الخط المحايد اي انها تتضاعف هنالك. في حال اتزان الاحمال على الاطوار الثلاثة يكون تيار الخط المحايد في حدوده الدنيا في حين يصل الى حده الاقصى عندما يكون أحد الأطوار غير محمل والطوران الآخران محملين تحميلاً كمالاً.

وكمثال على حساب مقاس الكبل لدارة مصباح معين مثل مصباح فلوري 40 و عند التشغيل فخطوات حساب تيار الدارة هي كما يلي:

مقدار ما يلزم من الفلط – امبير:

40 × 1.8 = 72 ف أ

وعليه فان التيار:

$$ت = \frac{ف\ أ}{ف}$$

$$= \frac{72}{240}$$

$$= 0.3\ أ$$

وعندما تعطى التفاصيل الاخرى للدارة وعلى سبيل المثال الفقد في دارة التحكم والنقل 10و ومعامل القدرة 0.85 المتأخر والتيار التوافقي 0.042 (أ) فان التيار اللازم عندها يمكن حسابه كما يلي:

$$ت = \frac{قد}{ج \times ع_{قد}}$$

وحيث ان:

قد = 40 + 10 و

فان

$$ت = \frac{50}{0.85 \times 240}$$

باضافة التيار التوافقي لقيمة التيار اعلاه فان التيار الكلي للدارة سيساوي:

ت = 0.245 + 0.042

= 0.287 أ

= 0.245 أ

وهذه القيمة تقارن بالقيمة المحسوبة اعلاه باستخدام المضاعف [1.8].

تمديدات الفلطية العالية

تناولت انظمة وتعليمات متعددة موضوع تمديدات الانارة التفريغية التي تستخدم فلطيات تتراوح ما بين 600 الى 5000 ف مع الارضي. بجانب عدم تجاوز 5000 ف يجب تزويد تلك الدارات المغذاة من محول تزيد قدرته (الداخلة) عن 500و بوسائل فصل اوتوماتية لمصدر التزويد عند حدوث قصر دارة او تسرب تيار الى الارضي يتجاوز ما نسبته 20% من شدة التيار الاعتيادي الثابت للدارة.

بالنسبة للتجهيزات الاضافية الاخرى كالملفات والمواسعات فيجب اما ان تكون محتواة داخل وعاء معدني مؤرض او ان توضع داخل وعاء من مادة غير قابلة للاحتراق او ذات تركيب مقاوم للحريق مع مراعاة ان يكون الوعاء الحافظ لها قد زوّد بفتحات لغايات التهوية والتبريد.

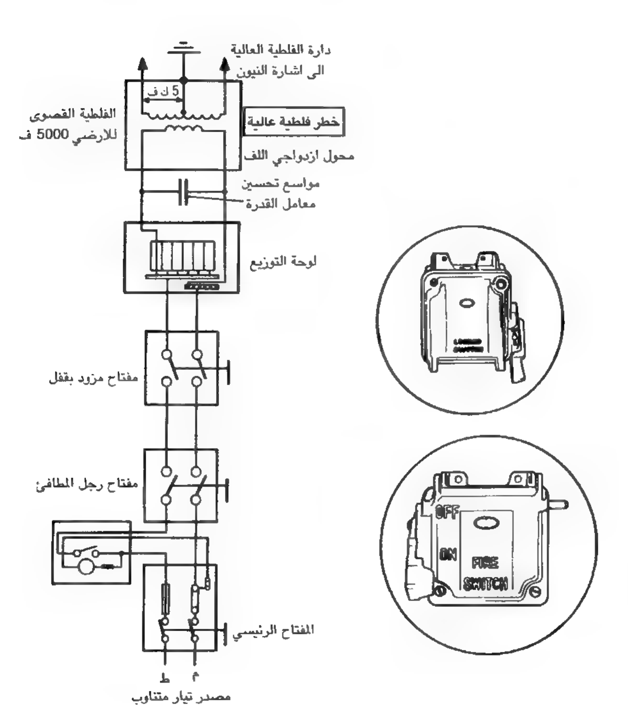
5 – التمديدات (2)

ويجب وضع اشارات تحذيرية والمحافظة عليها عند كل وعاء او غلاف يمكن الوصول اليه من قبل اشخاص غير مخولين او مفوضين، ومثل تلك الاشارات التحذيرية يكتب عليها عبارة (خطر فلطية عالية).

وغالباً ما يتم تزويد المصابيح التفريغية بالقدرة عبر محولات مزدوجة اللف كما يمكن استخدام المحولات الذاتية لتزويد دارات ثنائية الاسلاك لا تتجاوز قدراتها 1.5كو مقاسة في حالة فتح الدارة – يربط أحد أقطاب المصدر بالأرض ومفتاح التحكم يجب ان يكون من نوعية ثنائي الأقطاب. يمكن حماية نواقل الدارة بتركيبة تواشجية، إضافة الى المفتاح المستخدم لغايات التحكم بالدارة او عن طريق ما يسمى بالعزل او القفل المحلي باستخدام قابس ومقبس او اية وسيلة فعالة اخرى. الى جانب مفتاح التحكم الاعتيادي يمكن استخدام مفتاح بمقبض يدوي يمكن فكه أو يمكن تزويده بقفل كما هو الحال مع لوحات التوزيع. وحيثما كان هناك اكثر من مفتاح او لوحة توزيع من هذا النوع فيفترض ان تكون كافة المفاتيح او المقابض اليدوية غير قابلة للتبادل.

يلزم مفتاح طوارئ خاص بالحريق وذلك لكافة التمديدات الخارجية او الداخلية في الأماكن غير المأهولة. وحيث تستخدم لغايات الاعلانات التجارية كالتمديدات التي تركب على النوافذ. ومثل هذا المفتاح يجب ان يصمم بحيث يمكن من خلاله فصل وعزل كافة النواقل المكهربة. ويجب ان يعطى اللون الاحمر وان يوسم بعبارة (مفتاح حريق) كما يجب تعليم وضعية التشغيل ON ووضعية الايقاف OFF على نحو بارز بحيث يراعى ان يكون وضع الايقاف OFF الى اعلى باستثناء الحالات التي تتعارض مع تركيبات السلطات المحلية المسؤولة عن مكافحة الحرائق. يجب ان يتم تركيبها في مكان لا يرتفع بما يزيد عن 2.75 م عن الارض. يبيّن الشكل (5-17) تمديدات دارة اشارة نيونية نموذجية.

بعض الانظمة والتعليمات الاخرى فضلت ان يكون موقع مفتاح الحريق قريباً من اللوحة الاشارية في التمديدات الخارجية او بجانب المدخل الرئيسي (او في المكان الذي يتم الاتفاق عليه مع سلطات مكافحة الحريق) في التمديدات الداخلية. يمكن ان يتم التحكم بقطاعات متعددة من الانارة التفريغية باستخدام مفتاح حريق واحد. ولكن في حال تركيب اكثر من مفتاح يجب ان يعلم للدلالة على التمديدات التي يتم التحكم بها من خلال كل مفتاح، آخذين بعين الاعتبار وجوب ابلاغ سلطات مكافحة الحريق بتلك الترتيبات.



الشكل (17-5) - تمديدات دارة اشارة نيونية.

ويجب ان تكون كبلات الفلطية العالية مسلحة او مغلفة معدنياً باستثناء تلك المستخدمة للتوصيلات القصيرة بين مصابيح الاشارة الانبوبية. ويجب دعمها وتثبيتها باحكام وحمايتها بشكل ملائم. يجب تمييز كبلات الفلطية العالية بوسم يكتب عليه عبارة (خطر) ويثبت على امتداد مسار الكبل وبحيث لا تزيد المسافة بين كل وسم وآخر عن 1.5 م اما الناقل المؤرض الراجع من المسمى "القطب" الى المحول فيجب ان لا يقل مقاسه عن 2.5 مم^2.

انارة الطوارئ

ينص قانون احتياطات الحرائق لعام 1971 وقانون الصحة والسلامة لعام 1974 على المتطلبات الخاصة بتوفير مخارج طوارئ "هروب" في مواقع العمل والمرافق العامة ويظل الكود المعياري 5266 من الكودات العملية التي تعاملت مع إنارة الطوارئ للمرافق حيث صنفت مجموعة المعايير المتعلقة بتصميم وتنفيذ واعتماد تمديدات تلك الانارة.

وإنارة الطوارئ هي الانارة المتاحة للاستخدام عندما تتعطل شبكة الانارة الرئيسية. والانارة الخاصة بالهروب هي جزء من انارة الطوارئ ويتم توفيرها لضمان استخدام كافة مخارج الهروب بسهولة وفاعلية وفي كل الظروف والاوقات. ونظام الانارة الطارئة الدائم هو ذلك النظام الذي تعمل فيه كافة مصابيح الانارة بانتظام وعلى الدوام. اما نظام الانارة الطارئة غير الدائم فهو ذاك النظام الذي لا تعمل فيه هذه المصابيح الا عندما يحدث خلل في شبكة الانارة الرئيسية. تتكون وحدة الانارة الطارئة من مصباحين احدهما يغذى بالطاقة من مصدر التزويد الرئيسي الاعتيادي والثاني يغذى بالطاقة من مصدر تزويد مخصص للحالات الطارئة. وتعرف هذه الوحدة بجهاز الإنارة المداوم.

تتلخص مهام انارة الهروب بما يلي:

أ– الاشارة وبوضوح لا لبس فيه الى ممرات الهروب عند حدوث طارئ.

ب– توفير اضاءة على امتداد ممرات الهروب مما يسمح بحركة آمنة باتجاه وعبر ابواب الخروج المتوافرة.

ج– ضمان جهوزية نقاط إنذار حريق ومعدات مكافحة الحريق المركبة على امتداد ممرات الهروب.

يجب ان يتم تركيب وحدات الانارة الخاصة بالهروب (الاخلاء) قرب ابواب الخروج وقرب ابواب الخروج المخصصة لحالات الطوارئ وعند النقاط التي ينبغي فيها إبراز مواقع المخاطر المحتملة. مثال على ذلك :

أ- قرب كل تقاطع للممرات.

ب- قرب كل الاماكن التي يتغيّر عندها اتجاه الممرات (ما عدا بيت الدرج).

ج- قرب بيت الدرج بحيث يضمن انارة مدخل الدرج وبشكل مباشر.

د- قرب اي مكان يتم الانتقال من خلاله بين مستويين قد يشكلان مصدراً للمخاطر والاصابات.

هـ- خارج كل مخرج نهائي وبقربه.

نصت الكودات التطبيقية للمواصفات البريطانية BS5266 على وجوب ان لا تقل الاستضاءة عند ممرات الاخلاء عن 0.2 لكس. وان يتم التزويد بها خلال 5 ث من تعطل نظام الانارة الاعتيادي (يمكن ان يمتد هذا الزمن الى 15 ث في ضوء تعليمات السلطات المخولة).

من حيث التمديدات يجب ان يتطابق نظام إنارة الطوارئ مع متطلبات تعليمات IEE للتمديدات . نظراً للاهمية ومن حيث الفلطية والإعتمادية يجب ان تكون التمديدات الخاصة بهذا النظام طبقاً لاعلى المواصفات والمعايير القياسية. في ما يتعلق باختيار الكبل المناسب يجب ان يؤخذ بعين الاعتبار مقدار الهبوط في الفلطية الساقطة. ومن انواع الكبلات التي يوصى باستخدامها لهذه الغاية ما يلي:

أ- الكبلات المعزولة معدنياً المغلفة معدنياً "فلزيا" المطابقة للمواصفة البريطانية BS6207.

ب- الكبلات المعزولة بالمطاط المتماثر "يمكن شده الى ضعف طوله الاصلي" المطابق للمواصفات البريطانية BS6007.

ج- الكبلات المعزولة بمادة الـ PVC المطابقة للمواصفة البريطانية BS6004 على ان لا تقل مساحة المقطع العرضي عن 1.0 مم.

د- الكبلات المسلحة سلكياً او المسلحة بشرائح من الالمنيوم والمطابقة للمواصفات البريطانية BS6346.

يمكن حماية الكبلات المعزولة معدنياً (mims) بغلاف اضافي من مادة الـ PVC عند استخدامها في الاماكن الرطبة. اما الكبلات ب وج فيجب ان تمدد داخل مجار انبوبية او صندوقية. يجب ان تكون تمديدات الانارة الطارئة مخصصة لاغراض الانارة الطارئة فقط ويجب ان يتم فصلها عن اي تمديدات اخرى.

وقد اهتمت الكودات التطبيقية "العملية" وبشكل اساسي بانظمة الانارة الطارئة الدائمة حيث يعد استخدام مجموعة مولد محرك وائتلاف بطاريات ثانوية يمكن اعادة شحنها وذلك كمصدر اساسي للقدرة. يبين الشكل 5-18 نظام انارة طارئة نموذجياً.

عند الانتهاء من اعمال التمديدات لنظام الانارة الطارئة يجب اصدار شهادة تفحص وتوثيق بهذا الخصوص من قبل شخص مؤهل لهذه المهمة ومفوض من قبل السلطات المخولة او من قبل الشخص المسؤول عن التمديدات.

ينصح بان يتم اعداد برنامج للصيانة الوقائية وللفحوص الدورية الواجب اجراؤها على النظام وذلك على النحو التالي:

- صيانة نظم البطاريات المركزية: مرتين في السنة.
- وحدات الاضاءة المستقلة واشارات الانارة الداخلية: مرة كل شهر.
- وحدة التوليد (مع او بدون بطاريات احتياطية) مرة كل شهر.

طرق حساب اللومن

توصف طرق حساب اللومن على انها طريقة النقطة بنقطة ولكن الطريقة التالية تأخذ بالاعتبار خرج المصباح باللومن او على نحو اكثر دقة فانها تأخذ بالاعتبار اللومن المخصص لقياسات تصميم الانارة (ل ت أ) الذي تم التطرق اليه سابقاً في هذا الفصل. وفي ضوء هذه الطريقة ينبغي إدراك ان القيمة التي تعطيها هي قيمة معدل الاستضاءة على المستوى الافقي ولا تعطي القيمة الفعلية عند اية نقطة.

من الناحية العملية فان المشكلة تكمن في تحديد عدد وحدات الانارة اللازمة لاضاءة غرفة معينة وليس بتحديد قيمة الاستضاءة. وبهذا الصدد فقد حددت جمعية هندسة الاضاءة قيماً معيارية للاستضاءة (كما هي مبيّنة في الجدول المثبت عى الصفحة التالية) وقد تم استقطاعها من كود IES لعام 1977 ولمزيد من التفاصيل يرجى الرجوع الى الكود نفسه:

مهام المجموعة والمهام النموذجية او الداخلية	استمارة الخدمة المعيارية (لكس)
- اماكن التخزين وغرف المرافق. التي لا تستخدم على نحو مستمر.	150
- الاعمال العرضية.	200
- الاعمال الخشنة "الثقيلة" آلات التشغيل الثقيلة وتجميع او تركيب	300
- الاعمال الاعتيادية : المكاتب، غرف تحكم وآلات التشغيل المتوسطة ومجمعاتها.	500
- الاعمال المتطلبة . التصميم العميق، مكاتب الاعمال والرسم، تفحص آلات التشغيل والتشغيل المتوسط.	750
- الاعمال الخفيفة : النقش "الحفر" اليدوي.	1000
- الاعمال الدقيقة : تفحص تركيبة دقيقة جداً.	3000

تستخدم في طرق حساب اللومن المعادلة التالية:

$$ن = \frac{ض \times س}{خ \times ي_{س} \times ي_{ص}}$$

حيث ان:

ن = عدد وحدات الانارة اللازمة.

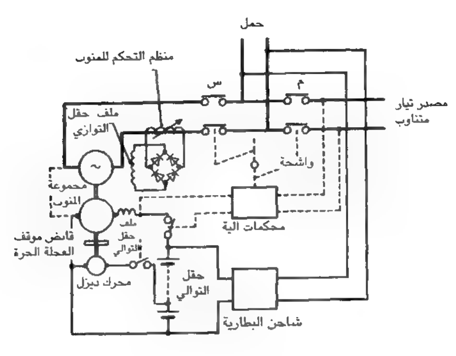
ض = معدل الاستضاءة اللازمة (لكس).

س = المساحة المنوي انارتها ($م^2$).

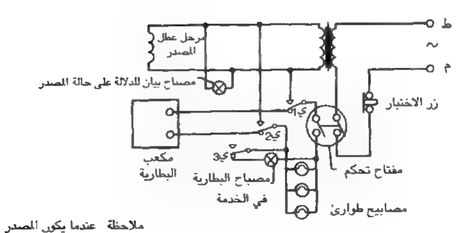
خ = خرج المصباح المراد استخدامه مقاساً باللومن.

$ي_{س}$ = معامل الاستعمال "الاستخدام".

$ي_{ص}$ = معامل الصيانة.



أ – مجموعة المنوب



ملاحظة عندما يكون المصدر سليماً تحرر الملامسات ي1، ي2، ي3 من قبل مرحل المصدر

ب - خلية بطارية احتياط

الشكل (5-18) – نظم الانارة الطارئة.

يسمح معامل الاستخدام ببعض الفواقد على شكل امتصاص الضوء من قبل الجدران والسقف والارضية او تلك الفواقد المترتبة على نوع عاكس المصباح. ويمكن اعتبار معامل الاستعمال على اساس انه النسبة بين الفيض الضوئي الذي يصل المستوى العامل الى الفيض الكلي للمصباح. اي

$$ي_{س} = \frac{\text{الفيض المستخدم}}{\text{الفيض الكلي المنبعث}}$$

وطبيعي ان تكون النسبة اقل من الواحد الصحيح على الدوام.

اما معامل الصيانة فهو النسبة بين الاستنارة الناتجة عن تركيبة اضاءة "وحدة اضاءة" متسخة الى استضاءة نفس الوحدة عندما تكون نظيفة. وتقل قيمة هذا المعامل الى ما يقارب او يزيد عن 0.8 ومن شأن هذا المعامل السماح ببعض الفواقد الناتجة عن تراكم الاوساخ على وحدات الاضاءة او تلك الناتجة عن التقادم الزمني لتلك الوحدات

حيثما اقتضى الامر ببساطة لحساب عدد اللومنات الكلي لغرفة معينة فاننا نطبق الصيغة التالية:

$$\text{الخرج الكلي } (خ_{كر}) = \frac{ض \times س}{ي_{س} \times ي_{م}} \text{ لومن}$$

مثال 1

يحتاج المكتب الى انارة تصل الى ما قيمته 500 لكس فاذا علمت ان ابعاد المكتب هي 10م x 8م احسب فيض المصابيح اخذاً بالاعتبار ان معدل الاستعمال ومعامل الصيانة يصلان الى 0.9 و0.8 على التوالي.

الحل:

$$\text{فيض المصباح} (خ_{ك}) = \frac{80 \times 500}{0.8 \times 0.8}$$

= 55556 لم

اذا ما اريد استخدام مصابيح فلورية لمردود مقداره 52 لم/ و. احسب كمية القدرة اللازمة للمصباح.

$$\text{القدرة الكلية للمصباح (قد)} = \frac{55556}{52}$$

= 1068 و

مثال 2

تحتاج غرفة صف الى اضاءة مقدارها 350 لكس عند مستوى المقاعد الدراسية. اذا علمنا ان ابعاد مساحة 16م x 16م وارتفاع المصباح فوق المقعد يصل الى 2م. احسب عدد المصابيح الفلورية اللازمة لانارة هذه الغرفة اذا علمت ان قدرة كل مصباح 80و وعلى افتراض ان عدد اللومنات طبقاً للتصاميم المعتمدة للانارة كان 5100 وان معامل الاستعمال 0.6 ومعامل الصيانة 0.8.

الحل:

العدد الكلي للمصابيح اللازمة = ن

$$ن = \frac{ض \times س}{خ \times ي_{ر} \times ي_{ص}}$$

$$= \frac{16 \times 16 \times 350}{0.8 \times 0.6 \times 5100}$$

= 36.6 مصباحا

وبتقريب هذا العدد لاقرب عدد صحيح نحصل على 37 وقد يكون من الانسب تركيب 38 مصباحاً.

نسبة المسافة/الارتفاع

اذا كانت المسافة بين وحدات الانارة كبيرة جداً فسوف يترتب على ذلك هبوط شديد في الاستضاءة في المناطق الواقعة في ما بينها. وينصح بهذا الصدد ان لا يقل مستوى الاستضاءة الى مستوى التشغيل عما نسبته 70% من تلك الاستضاءة تحت المصباح مباشرة. وان نسبة البعد "المسافة" بين وحدتين متتاليتين الى ارتفاعهما عن مستوى مسطح الشغل تسمى نسبة المسافة الى الارتفاع ف/ع.

من الناحية العملية تتراوح هذه النسبة ما بين 1:1 الى 1:2 على اعتبار ارتفاع مسطح الشغل عن مستوى الارض 0.85 م.

قياس الضوء

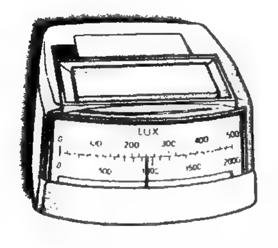
يستخدم في العادة مقياس للضوء للتأكد من مطابقة الاستضاءة المتحصلة عند عدة نقاط في تمديدات الانارة مع القيم المحسوبة او القيم المعيارية. اذا ما تم اجراء عمليات القياس اثناء النهار يمكن اجراء بعض التعديلات على القيمة المقاسة وذلك بطرح القراءة المقاسة والمصابيح مطفأة "القراءة التي تعبر عن الاستضاءة الطبيعية" من القراءة المقاسة والمصابيح مضاءة مع مراعاة ان القراءات في الحالتين لن تكون دقيقة ومعبرة عن القيمة الحقيقية للاستضاءة خاصة اذا كان ضوء النهار متغيّراً.

لايجاد معدل الاستضاءة يجب ان تؤخذ عدة قراءات وعند نقاط متباعدة على نحو منتظم. والطريقة المثلى لتحقيق ذلك ان تقسم مساحة المستوى الى عدد من المستطيلات ومن ثم تقاس الاستضاءة عند مركز كل مستطيل. وينصح بان يتم تعليم مراكز المستطيلات بشريط لاصق ثم الامساك بمقياس الضوء فوق تلك المراكز وعلى المستوى المطلوب للحصول على معدل الاستضاءة.

بوجه عام، يوجد نوعان من اجهزة قياس الضوء، يحتفظ النوع الاول منهما بقيمة معيّنة للاستضاءة تم ضبطه وفقها ومسبقاً ويتم تغييرها حتى تتطابق مع القيمة المراد

قياسها. اما النوع الثاني فهو الذي من خلاله تمسح المنطقة المراد قياس استضاءتها حيث تؤخذ القراءة التي يشير اليها تدريج المقياس.

ويبيِّن الشكل (5-19) مقياس ضوء نموذجياً. يعمل هذا المقياس بواسطة خلية ضوئية مع ناشر ضوئي مناسب مصمم على نحو خاص بحيث يحول دون الاخطاء التي قد تنجم عن زاوية سقوط الأشعة الضوئية على الخلية الضوئية. يثبت كذلك مع الجهاز مرشح تحسين طيفي وهو الذي يحسن الطيف المرتد عن الخلية على نحو يمكن من خلاله اخذ قراءة مباشرة حتى مع المصابيح الزئبقية والصوديومية، اضافة لذلك يتم تثبيت الخلية على نحو يحول دون تشكل ظلال من شأنها التأثير على دقة القياس. يدرج مقياس الضوء بوحدة اللكس (لك) ومزود بمفتاح إنتقاء أحد مجالين لقياس شدة إضاءة تصل إلى 2000 لكس. .



الشكل (5-19) - مقياس ضوء نموذجي.

تتكوّن الخلية الضوئية من صفيحة خلفية مصنوعة من الحديد وتدعم طبقة رقيقة من السلنيوم المطلي بطبقة ذهبية شفافة تسمح للضوء بالنفاذ من خلالها. ويترتب على ذلك تمرير الكترونات من الذهب الى السلنيوم. ويتم توصيل الصفيحة الخلفية مع الطبقة الذهبية الى ميكروامیتر مدرجة باللكس. وهذا من شأنه ان يسمح بمرور التيار من الصفيحة الحديدية الى الطلية الذهبية عبر المقياس.

تمديدات المحركات

المحرك الكهربائي آلة تحوّل الطاقة الكهربائية الى طاقة ميكانيكية. وتتلخص مهمة المحرك في توفير عزم تدوير لبعض المهام والعمليات المحددة. يتحكم بعملية اختيار المحركات الكهربائية مجموعة من العوامل والمتغيّرات مثل:

- الخرج المقدر.
- الفلطية المقدرة.
- نوعية مصدر التزويد.
- نوعية الغلاف.
- طريقة الاقلاع.
- التحكم بالسرعة.

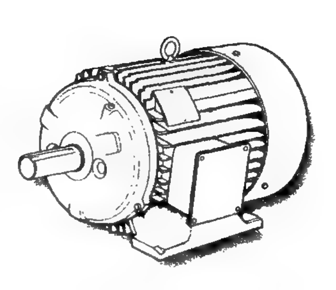
القائمة اعلاه ليست كاملة إذ توجد عوامل اخرى تتحكم بعملية اختيار المحركات الكهربائية. يعبر عن قدرة الخرج للمحرك بالواط او بالكيلوواط ويفترض ان تكون قيمتها ملائمة لنوعية الحمل الميكانيكي المربوط مع عمود ادارة المحرك. ولا ينظر عادة في الرأي الذي يقول باستطاعة المحرك انتاج او تطوير عزم يزيد عن قدرة الخرج المقدرة له. قد يتبادر السؤال التالي الى الاذهان: هل يفترض بالمحرك نقل عزم ثابت بغض النظر عن سرعة دورانه اي على امتداد نطاق سرعة المحرك او يمكنه فعل ذلك على سرعات معينة فقط ؟ في بعض الحالات يبدو من الضروري اخذ دورة التشغيل "الخدمة" او معامل التشغيل للمحرك والذي يأخذ بعين الاعتبار حقيقة ان المحرك سرعان ما يسخن وبمعدلات عالية اذا تم اقلاعه على نحو متتابع. لبعض المحركات مقدر تشغيل مستمر يسمح لتلك المحركات توليد خرجها المقدر باستمرار وبدون تجاوز حدود درجة الحرارة الآمنة. من الجدير بالملاحظة ان المحركات الكهربائية تسحب تياراً عالياً يصل الى ثمانية اضعاف تيار التشغيل الاعتيادي وذلك لحظة اقلاعها. ولم يفت هذا الامر انظمة وتعليمات IEE البند (iii) 331-1 تيارات الاقلاع – تأثيراتها الضّارة على المعدات والتجهيزات الاخرى. راجع كذلك البند 552-1.

الفلطية المقدرة للمحرك هي الفلطية بين اطراف الخطوط للمحرك عند قدرة خرجه المقدرة. وبوجه عام فان فلطية تشغيل المحرك هي الفلطية المدوّنة على لوحته الاسمية. وتبلغ 240 ف لمحركات الطور الواحد ذات التيار المتناوب. و415 ف للمحركات الثلاثية الاطوار. وبالنسبة لمصادر التزويد ذات التيار المباشر فانها تتراوح ما بين 100 الى 250 ف. وهذه الفلطيات ليست نهائية حيث توجد بعض الاستثناءات الخاصة ببعض الآلات التي تعمل على فلطية مقدارها 110 ف تيار متناوب كالآلات المخبرية وكذلك لاعتبارات السلامة.

بالنسبة لنوعية مصدر التزويد فالخيار ينحصر في امكانية تشغيل المحرك وذلك بتزويده بالقدرة عبر مصدر تيار متناوب او مستمر. الا انه توجد عدة انواع من المحركات الاحادية الطور كمحركات الطور المشطور التحريضي "الحثي" ذات القفص السنجابي او محرك القطب المظلل او المحرك المتزامن. وتصنف هذه المحركات ضمن فئة المحركات الصغيرة التي تكون قدرة خرجها كسرية. وهي تستخدم للاغراض المنزلية بشكل عام كمحركات الغسالات والخلاطات والساعات والمؤقتات الزمنية. اما المحركات المستخدمة في المكانس الكهربائية فهي محركات تيار مستمر تم تطويرها للاستعمال على تيار متناوب وتسمى المحركات العامة. اما مع مصادر التزويد الثلاثية الاطوار فان أكثر المحركات المستخدمة هي من النوع الثلاثي الاطوار وبالذات المحركات التحريضية الثلاثية الاطوار ذات القفص السنجابي. الا انه توجد انواع اخرى كذلك كالمحركات المتزامنة والمحركات المبدلية ذات التيار المتناوب. والمحركات التي تحتاج الى التزويد بالتيار المستمر كلها محركات مبدلية كمحركات التوالي والتوازي والمركب وذلك تبعاً لأسلوب او نظام توصيل ملفات مجالها مع المتحرض «عضو الإنتاج». ولهذه المحركات شأنها شأن محركات التيار المتناوب الثلاثية الأطوار استخدامات صناعية واسعة.

قد تحتاج المحركات ومعدات التحكم في تشغيلها إلى حماية ضد الأجواء المغبّرة والرطبة والمساعدة على التآكل أو حتى المتفجرة. وللتعامل مع هذه الأجواء وحماية المحركات من تأثيراتها السلبية تصنع أنواع مختلفة من أغلفة المحركات. على سبيل المثال فإنه وللأجواء التي تتواجد فيها مخاطر السوائل المتساقطة على شكل قطرات يستخدم محرك مقاوم للتقطير، راجع الشكل 4-30. يلاحظ ان لهذا المحرك فتحات عند نهايته مخصصة لغايات التهوية والتبريد.

وهذه التفتحات مشبكة لمنع دخول أجسام غريبة إلى الأجزاء المتحركة من المحرك بحيث تؤدي إلى تعطيلها. في الأماكن المغبّرة او التي يترتب عليها مخاطر ناتجة عن الرذاذ فإنه تستخدم محركات مغلقة تماماً كما هو مبيّن في الشكل (5-20) حيث يشتمل غلاف هذه المحركات على زعانف منتشرة على سطحها الخارجي من شأنها توفير مساحات اضافية للتبادل الحراري ما بين المحرك والجو المحيط به مما يحسن من كفاءة تبريده. صحيح ان هذه المحركات ليست في معزل عن الهواء الخارجي الا انها تزوّد بمراوح داخلية لتحسين ظروف تبريدها. وتوجد انواع اخرى من المحركات التي تتم

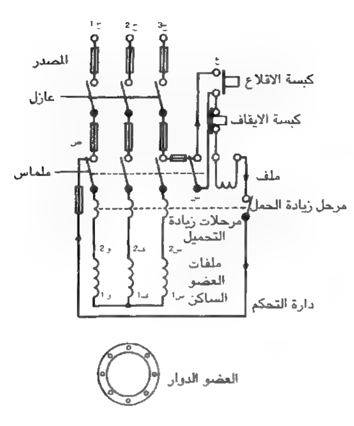


الشكل (5-20) - محرك مغلق تماماً.

حمايتها بواسطة شبكة وتتم تهويتها عبر انابيب تهوية وتكون مضادة للهب. من الجدير بالاشارة في هذه المرحلة ان المحركات وأحمالها تشكل مصدر ضجيج ملحوظ عندما تدور واحمالها. ويرجع ذلك الضجيج الى حركة الهواء ودورانه داخل المحرك والى كراسي التحميل ولا ننس مساهمة المجالات الكهرمغناطيسية المستحثة ضمن هذا السياق. ولهذا السبب تركب المحركات أحياناً خارجاً او بعيداً عن مكان العمل.

كما ذكرنا سابقاً يسحب المحرك تياراً عالياً عند بدء التشغيل وهذا من شأنه ان يؤدي الى تلف ملفاته او الى متاعب واضطرابات في نظام التزويد كهبوط في الفلطية. وبهذا الصدد يجب مراجعة المقطع 552 من تعليمات IEE المتعلقة بالآلات الدوارة. يمكن ربط المحركات الصغيرة على وجه العموم مع مصدر التغذية مباشرة على الرغم من وجود بعض التأثيرات البسيطة ولكن ذ بعض الترتيبات لاقلاع المحركات الكبيرة لتقليل فلطية التزويد (لأن التيار يعتمد على الفلطية). يمكن تحقيق ذلك عبر عدة وسائل مثل الاقلاع باستخدام التوصيلة النجمية المثلثية او باستخدام المحولات الذاتية او عن طريق مقاومات يتم توصيلها مع العضو الدوّار كما في محركات التيار المتناوب او باستخدام مقاومات الاقلاع ولوحات ملماس عن طريق التحكم كما في حالة محركات التيار المستمر. تستخدم بعض تركيبات الاقلاع الاخرى نظم تحكم الكترونية او بعض الطرق الاخرى لخفض فلطية التزويد الأولية. وسوف نناقش تالياً بعض الطرق الشائعة المتعلقة باقلاع المحركات.

يبيِّن الشكل (5-21) دارة تقويم مباشر حيث يستخدم ملماس يوصل مباشرة مع خط التزويد لمحرك حثي ثلاثي الاطوار. ويمكن ايجاز آلية عمل هذا النوع من المقلعات كما يلي:



الشكل (5-21) - دارة اقلاع مباشر

(أ) يتم اغلاق العازل الرئيسي.

(ب) يتم الضغط على كبسة الاقلاع حيث يسري التيار بالاتجاه المشار اليه بالسهم.

(ج) يشحن الملماس بالطاقة عن طريق الملف ويغلق.

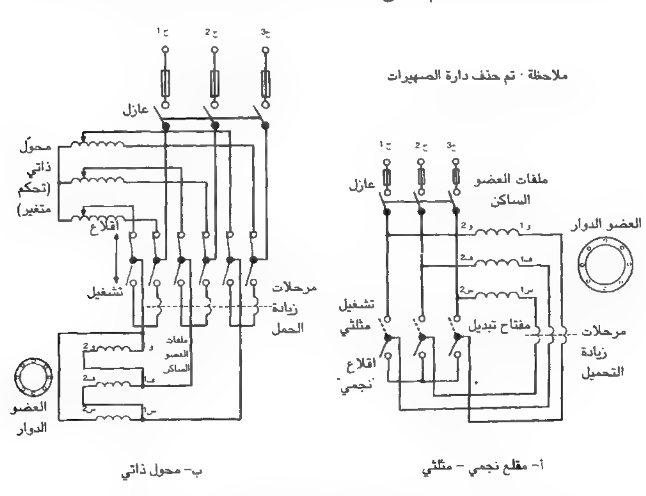
(د) يمكن تحرير كبسة الاقلاع حيث تقوم ملامسة الاستمرارية (س) مقامها.

(هـ) تستقبل ملفات العضو الساكن فلطية تزويد كاملة فيبدأ العضو الدوّار بالدوران.

(و) يتم ايقاف المحرك بالضغط على كبسة الايقاف توقيفاً اعتيادياً ولكن في حالات زيادة التحميل يتولى متمم زيادة التحميل مهمة ايقاف المحرك وعزله.

لتشغيل المحرك عن بعد يمكن ربط كبسات ايقاف على التوالي وربط كبسات تشغيل على التوازي. يمكن عكس دوران المحرك الثلاثي الاطوار بتغيّر ترتيب طورين من اطوار التزويد. من المهم استشارة مجلس الكهرباء المحلي عند اقلاع المحركات الحثية الكبيرة.

يبيِّن الشكل 5-22 (أ) توصيلات دارة مقلع نجمي مثلثي بسيطة: في حال اغلاق العازل يصار الى تحريك المفتاح التبديلي من الوضعية النجمية الى الوضعية المثلثية بعد ثوان قليلة ومن ثم يقفل المفتاح التبديلي عند تلك الوضعية بواسطة آلية مسك داخلية تتحرر في حال حدوث زيادة تحميل. لاستخدام هذه الطريقة تحتاج المحركات الى ستة اطراف توصيل للعضو الساكن. تؤمن هذه الطريقة خفضاً في الفلطية بحيث تصل الى ما نسبته 58% من الفلطية الكاملة بين الاطوار، وهذا يعني ان تيار الخط عند الاقلاع يعادل ثلثي قيمته الاعتيادية في حال اقلاعه مباشرة. لسوء الحظ ونظراً لان المحركات التأثيرية ذات عزم اقلاع ضعيف نسبياً فان خفض الفلطية لا يساعد كثيراً

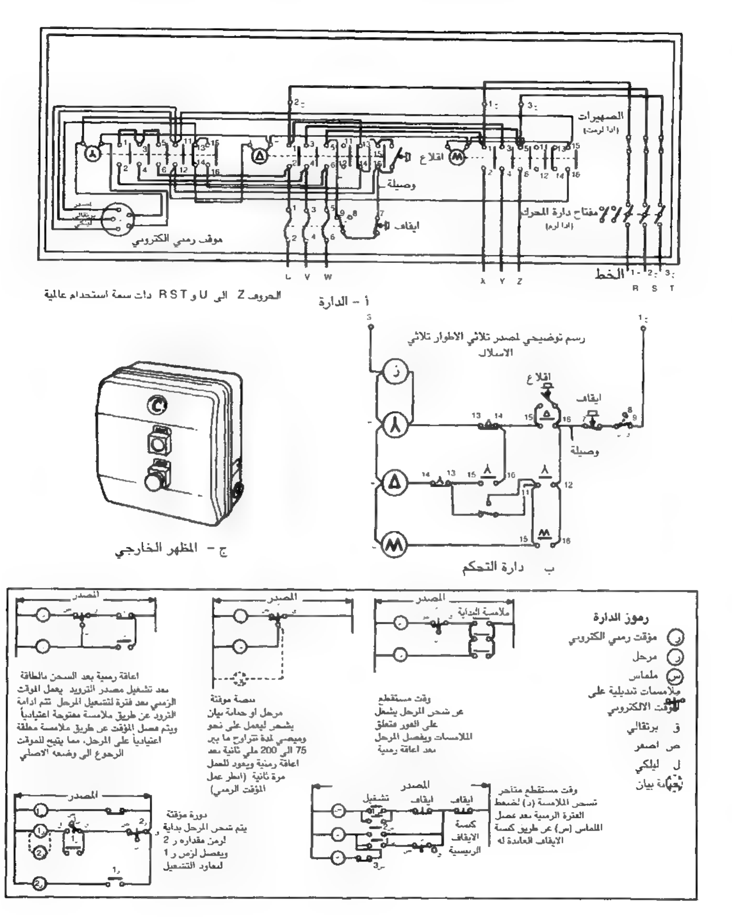


الشكل (5-22) – الدارات البسيطة لاقلاع المحركات التأثيرية "التحريضية" من نوع قفص سنجابي ثلاثي الاطوار.

لأن عزم الاقلاع يتناسب طردياً مع مربع الفلطية وبالتالي فان هذه الطريقة تستخدم لاقلاع المحركات التي تدير احمالاً ثقيلة.

والطريقة الثالثة لاقلاع المحركات التأثيرية الثلاثية الاطوار هي باستخدام المحولات الذاتية التي تستخدم في الحالات التي لا يحبذ فيها استخدام الطريقة السابقة سواء اذا كان عزم الاقلاع متدنياً جداً او اذا كان للمحرك ثلاثة اطراف توصيل فقط. باختصار سيلاحظ ان المحول الذاتي يستخدم كضابط متغيّر للوضعية النجمية وذلك في ضوء العزم المطلوب. على سبيل المثال يمكن ان تكون نسبة 40% من فلطية التزويد كافية لبدء محركات ذات عزم اقلاع يعادل ما نسبته 16% من عزم الحمل الكامل، بينما في حال استخدام 75% من فلطية التزويد فقد ترتفع النسبة الى 56%. من الناحية العملية فان استخدام النسبة المناسبة من فلطية التزويد ومع اغلاق العازل فانه يمكن استخدام وتشغيل مفتاح إقلاع-دوار تبديلي وعلى كلا الوضعين لاعطاء فلطية تزويد كاملة الى ملفات العضو الساكن. وهنا يلزم مرة اخرى توفير الحماية اللازمة ضد زيادة التحميل. يمكن استخدام هاتين الطريقتين وتشغيلهما آلياً باستخدام المرحلات الزمنية. انظر الشكل (5-23).

من الطرق الاخرى المستخدمة طريقة مقاومات العضو الدوّار حيث تستخدم لاقلاع المحركات الحثية الثلاثية الاطوار ذات العضو الدوّار الملفوف والمسماة بمحركات لقات الانزلاقية. تستخدم هذه الطريقة مع المحركات التي يصل مقدارها الى 100كو. ويبيّن الشكل (5-24) دارة توصيل نموذجية لتوصيلات مقاومات مع العضو الدوار ومع العضو الساكن. باختصار عند تشغيل المحرك بداية يجب ان تكون المقاومات باكملها في الدارة. وكلما ازدادت السرعة يبدأ عزم الاقلاع بالتناقص وسوف يثبت عند سرعة ثابتة حيث يتساوى عزمه مع عزم الحمل. كلما انتزعنا مقاومات من الدارة سيزداد عزم المحرك حتى يصل المحرك الى سرعة تشغيله الثابتة والاعتيادية. يتم تزويد مقلع المحرك بالآلية التواشجية اللازمة لضمان إستحالة تشغليه مع وجود المقاومات الخارجية على وضعية تشغيل غيرصحيحة مع مراعاة توفير آلية قصر دارة الحلقات الانزلاقية للسماح للمحرك بالعمل كمحرك تأثيري ذي قفص سنجابي. تمتاز طريقة الاقلاع هذه عن غيرها بما توفر من عزم اقلاع عالٍ مع تيار اقلاع متدنٍ كما وتوفر امكانية معقولة للتحكم بسرعة المحرك باستخدام مقاومات خارجية مع العضو الدوار.

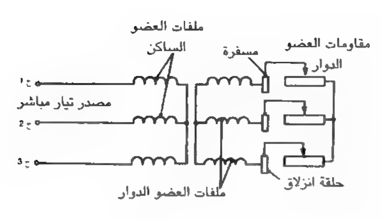


د – ترتيبات التمديدات لمؤقت زمني الكتروني

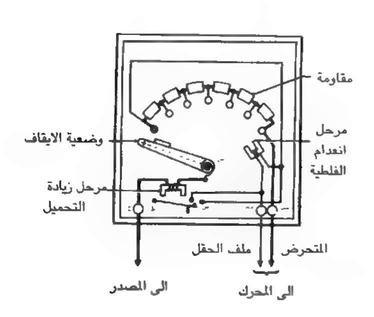
الشكل (5-23) – مقلع نجمي – مثلثي آلي.

بيبَن الشكل (5-25) طريقتين من طرق اقلاع محركات التيار المباشر. يبيّن الشكل (أ) مقلع حركة مستوى الملامسات الذي يشغل يدوياً ولكن بتحريك مقبضه ببطء حتى ينجذب المقبض الى ملف متمم انعدام الفلطية. وبفعل هذا نكون قد أخرجنا مقاومة الاقلاع كلياً من الدارة حيث يكون المحرك "عادة محرك توازي" قد يصل لسرعة كافية تمكنه من الاعتماد على القوة الدافعة الكهربائية الراجعة للتحكم وضبط التيار المندفع الى المحرض (عضو الانتاج) - تستخدم محركات التوالي اقلاع تحكم اسطوانياً. اما الشكل (ب) فيسمى مقلع الاعاقة الزمنية ويمكن وصف آلية عمله بايجاز كما يلي:

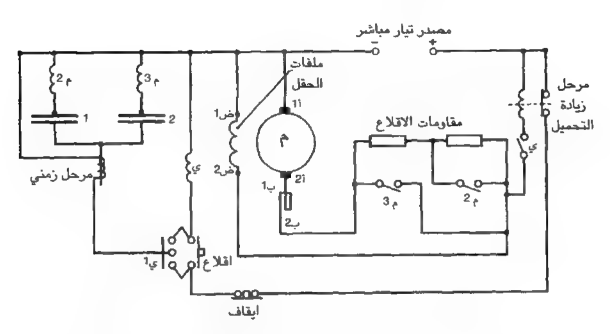
بالضغط على كبسة الاقلاع يتم تزويد الملف س بالطاقة، الذي يشغل الملامس الرئيسي (س ر) الامر الذي من شأنه ان يسمح بوصل مقاومتي الاقلاع على التوالي مع دارة المحرض. ينغلق الملماس (س1) في الوقت ذاته فيزود المرحل الزمني بالطاقة وتقصر كبسة الاقلاع. بعد فترة قصيرة من الزمن يغلق الملماس (س2) وبالتالي يخرج



الشكل (5-24) - مقاومات العضو الدوار الملفوف لمحرك حثي



الشكل 5-25 (أ) - مقلع حركة مستوي الملامسات (محرك توازي).

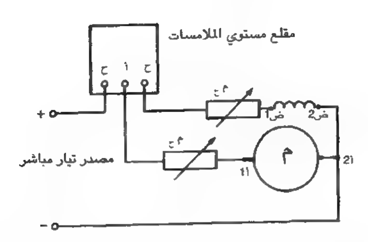


الشكل 5-25 (ب) - دارة محرك تيار مباشر تشتمل على مقلع تأخير زمني.

المقاومة (م2) من الدارة. وبعد فترة اضافية اخرى تخرج المقاومة (م3) ايضاً فيستقر المحرك على سرعة تشغيله الاعتيادية.

في ما يتعلق بالتحكم بالسرعة فان الامر يتطلب تشغيل المحركات الكهربائية على سرعات مختلفة. لقد تم انجاز العديد من التحسينات على محركات التيار المتناوب في السنوات الاخيرة مع تزايد استخدام وسائل التحكم بالثيريستور. في واقع الحال فان محركات التيار المتناوب الحثية هي محركات سرعة ثابتة ويمكن تحويلها الى محركات متغيرة السرعة وذلك بتغيير ترددها وذبذبتها او بتغيير نظام ملفات العضو الساكن (اي تغيير الاقطاب) ومن الطرق الاخرى ادخال مقاومات اضافية الى دارة العضو الدوار. اما محركات التيار المستمر فيمكن التحكم بسرعتها عن طريق المقاومات المتغيرة بربطها مع المجال الرئيسي او مع دارة المحرض ويمكن التحكم بسرعتها كذلك باستخدام فلطية متغيرة تتم تغذيتها مباشرة الى المحرض. انظر الشكل (5-26).

يمكن المقارنة بين محركات التيار المتناوب ومحركات التيار المستمر وبابسط صورها بالقول ان النوعين يتكونان من جزءين رئيسين احدهما ثابت والآخر دوار. يسمى الجزء



الشكل (5-26) - التحكم في السرعة بمحرك التوازي · توفر م ج نطاقاً واسعاً من السرعة فوق الاعتيادية، وتوفر م ج سرعات دون الاعتيادية.

الثابت العضو الساكن في محركات التيار المتناوب ويصار الى تدعيم هذا العضو باطار خارجي. يتكون قلب العضو الساكن من ملفات مدفونة في مسكوكات هي عبارة عن رقائق محززة "مجاري رقيقة" . ويسمى غلاف المحرك بـ «المقرن» ويعطى الاسم كذلك للإطار في محركات التيار المستمر، حيث يعمل في هذه الحالة على تدعيم اقطاب المجال الكهرومغناطيسي. وهكذا فان المقرن يحفظ ملفات المجال الرئيسية للمحرك التي تربط مع المصدر. يسمى الجزء الدوّار من محركات التيار المتناوب الدوار او العضو الدوار، ولكنه في محركات التيار المستمر يسمى بالمتحرض او عضو الانتاج وهذا هو الفرق الاصطلاحي الرئيسي بين نوعي المحركات الكهربائية. لا يمكن للمحرك ان يعمل الا اذا كان له نظام مجال ثان ليتفاعل مع الاول.

وفي حالة المحركات التأثيرية يتم ايجاد ذلك المجال بتحويل العضو الدوار الى مغناطيس موقت عن طريق التحريض "الحث" الكهرومغناطيسي. والعضو الدوار عبارة عن كتلة معدنية تعرف بالقفص. وعند تشغيل المحرك يكتسب العضو الدوار قطباً شمالياً وجنوبياً عن طريق الحث ويبدأ بمطاردة او ملاحقة المجال المغناطيسي الدوار المتولد عند ملفات العضو الساكن. عندما يكون مصدر التزويد ثلاثي الاطوار سيكون مجال بالطبيعة دواراً لأن المصدر يمتلك ثلاثة اطوار: احمر، اصفر وازرق تدور آلياً على السرعة المتزامنة ع ن. سيحاول العضو الدوار المستحث اللحاق بالسرعة المتزامنة ولكن

دونما جدوى وبالتالي يستقر على الدوران بسرعة دون السرعة المتزامنة، وتسمى سرعة العضو الدوار ع ن ويسمى الفرق بين السرعتين الانزلاق (ز).

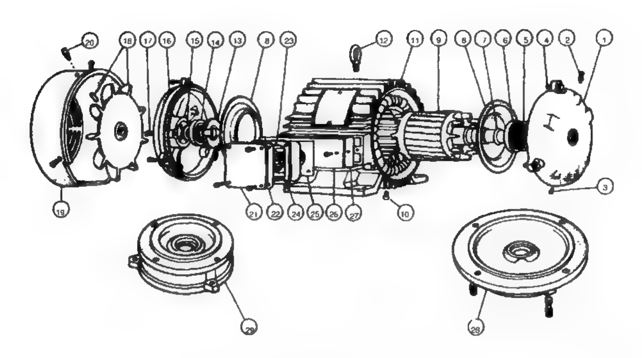
في محركات التيار االمستمر يتم توليد المجال الثاني بالتوصيل او الناقلية وليس بالتحريض او الحث. عندما يوصل مصدر التيار المباشر الى ملفات المجال الكهرومغناطيسي الرئيسي لتوليد فيض مغناطيسي متقاطع (لكن لا يدور) يتولد مجال آخر وذلك بتوصيل نفس المصدر الى مجموعة الفرش المثبتة على عضو الانتاج (المتحرض). تعمل الفرش على توصيل التيار الى المحرض عبر عضو التوحيد او ما يسمى المعدل. عندها يحدث التفاعل بين المجالين كما في حالة التيار المتناوب حيث تتولد قوة على النواقل الدوارة والذي يشابه المحركات الحثية من حيث خاصية السرعة الثابتة.

في كلا النوعين من المحركات سنلاحظ عدداً من المركبات تسمى بالرقائق ونجدها في مسكوكات العضو الساكن واقطاب المجال وفي المحرض والعضو الدوار. وهذه الرقائق عبارة عن وسائل لتقليل التيارات الدوامية التي تتسبب بفرط الاحماء لاجزاء المحرك المختلفة والتي تعد كذلك شكلاً من اشكال الفواقد في المحركات التي تقلل من مردودها الكلي.

ملاحظة: ما سبق كان شرحا موجزا، وقد تم تناول الموضوع بشيء من التفصيل في كتاب تكنولوجيا (التركيبات) الكهربائية : العلم، والحسابات. يبين الشكل (5-27) محركاً تأثيرياً (قفص سنجابي).

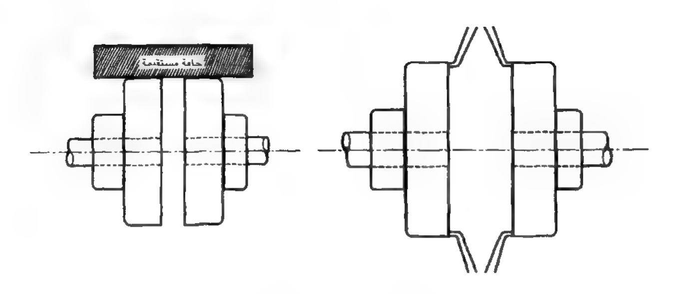
خطوات تركيب المحركات وصيانتها

من الضروري جداً مراعاة تركيب المحركات الكهربائية بشكل صحيح وفي المكان المحدد لها. يجب ان يصار الى تجهيز قاعدة المحرك وتأسيسها على نحو متماسك وبمراعاة تثبيت براغٍ وصفائح التثبيت الى القاعدة الاسمنتية على نحو متماسك وعلى ان يتم ذلك كله باستخدام خلطة اسمنتية جيدة (عادة ما تكون نسبة الخلط على اساس وحدتي رمل مع وحدة اسمنت). عند تأسيس براغي او صواميل التثبيت في مواضعها يجب تفقد صفائح التثبيت حيث سيثبت المحرك للتأكد من انها مستوية قطرياً ومتوازية ويمكن استخدام قضبان من حديد الطاحون على شكل حرف U لهذا الغرض. يجب التأكد من سد كافة الثغرات والفجوات حول الصفائح او القضبان الحديدية بالخلطة



الشكل(5-27) - اجزاء محرك حثي نموذجي من نوع قفص سنجابي.

1 - غطاء، ناحية الاساقة
2 - حلمة التشحيم
3 - برغي التخلص من الشحمة
4 - رتاج تأمين الطرف النهائي
5 - صواميل "عزقات"مثبتة
6 - محمل كريات ناحية الاساقة
7 - كتف واقية
8 - مسيل قناة مفتوحة
9 - عضو دوار على عمود الادارة
10 - سدادة تصريف
11 - يقرن مع ـــ او بدون اقدام
12 - مسمار "برغي" عروي
13 - كبسولة داخلية من الناحية الاخرى
14 - محمل كريات من الناحية الاخرى
15 - حلقة حابكة
16 - غطاءالناحية الاخرى
17 - براغي الكبسولة الداخلية
18 - مروحة مرودة بعلاقة او مفتاح
19 - غطاء المروحة
20 - وصلة انبوبية للمشحمة (او المزيتة)
21 - غطاء وعلبة المرابط
22 - حشوة غطاء علبة المرابط
23 - لوحة المرابط
24 - علبة المرابط
25 - حشوة علبة المرابط
26 - لوحة مجرى التمديدات
27 - حشوة لوحة مجرى التمديدات
28 شفة D
29 - شفة وجهية C



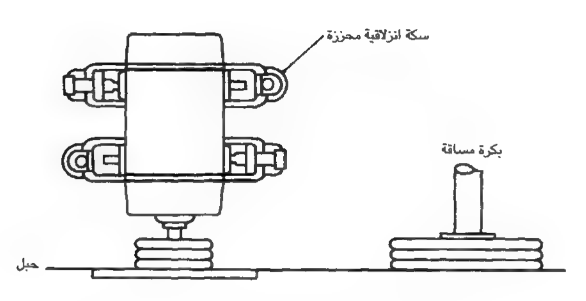
الشكل 5-28 (أ) - محاذاة عمود الادارة.

الشكل 5-28 (ب) - محاذاة القارنات.

الاسمنتية. من المفيد تركيب اطار حول القاعدة الاسمنتية ومن ثم صب الخلطة بداخله والخطوة التالية ازالة الاطار (الطوبار) وتهذيب السطح الخارجي لكل من القاعدة والاطار.

وفي الحالات التي تستوجب ربط المحرك مع الآلة المدارة مباشرة كالضواغط والمضخات من المهم ان يتم التأكد من ان عمودي الادارة للآلتين المحرك والضاغطة على سبيل المثال هما على نفس الخط. وبعبارة اخرى يجب التأكد من تراصف عمودي الادارة. ومن الطرق المستخدمة للتأكد من التراصف او المحاذاة ادخال ورنية قياس او مقاييس تحسسية بين الشفتين الوجهيتين لعمودي الادارة كما هو مبينّ في الشكل 5-28 (أ). يجب ان يتم ذلك عند مواضع مختلفة وليس عند موضع واحد. اذا ما استدعى الامر ان يحقق القرن بين المحرك والآلة المدارة شرط المحاذاة المركزية عندها يجب استخدام مسطرة مستقيمة بوضعها على القارنتين كما هو مبيّن في الشكل 5-28 (ب).

واذا لزم الامر وربط المحرك مع الحمل باستخدام سير عندها يجب استخدام سكة انزلاقية كما هو مبيّن في الشكل (5-29). يجب ترتيب الحمل المدار على نحو يكون فيه طرفه المرتخي الى اعلى ما يمكن. يمرر حبل امتداد وجه البكرة المدارة الكبيرة. ومن ثم



الشكل (5-29) - محرك مركب على سكة انزلاقية محززة.

يضبط المحرك في المكان المخصص الملائم. يمكن استخدام مسطرة مستقيمة للتأكد من صحة الربط. وحيثما لزم الامر استخدام سير على شكل حرف V فمن المهم ان يتم التأكد من تساوي اطوالها. ومن المهم تفقد استطالة السير بعد التشغيل الابتدائي.

فيما يتعلق بصيانة المحركات يجب ان يتم فحص وتفقد كل من المحرك والقاعدة وبراغي التثبيت للتأكد من متانة التثبيت ومن عدم ارتخاء براغي التثبيت كما يجب اخذ الحيطة الكاملة عند تثبيت المسننات الصغيرة والبكرات والقارنات التي يجب ان لا تحشر حشراً الى اعمدة الدوران. قد يؤدي عدم التراصف الى الاهتزاز والى تآكل كراسي التحميل التي يجب ان تفحص للتأكد من الزيت او الشحمة ومن عدم تآكلها او بليها، الامر الذي قد يؤدي الى تصادم العضو الدوار مع العضو الساكن. كما يجب اجراء التفقدات اللازمة للتأكد من خلو غلاف المحرك وبالتالي ملفاته واجزائه الداخلية من الابخرة والاوساخ وعلى الاخص حول فتحات التهوية. من المهم ان تتم برمجة صيانة المحركات مع وجوب الاحتفاظ بالمعلومات والنشرات التي تصدرها الجهات المصنعة. لا حاجة بنا للتذكير بان الاهمال في اعمال صيانة وخدمة المعدات والتجهيزات يؤدي الى فواقد وهدر في الانتاج. ومن الارشادات العامة التي يمكن سوقها فيما يتعلق بتتبع الاعطال ما يلي:

المشكلة:

1 – يعجز المحرك عن الاقلاع على الرغم من سلامة وصحة ربطه.

2 – يعجز المحرك عن الوصول الى السرعة الكاملة.

3 – يسخن المحرك عند تحميله.

السبب:

1 – خلل في مصدر التزويد (خلل كامل/فقدان احد الاطوار/زيادة تحميل).

2 – زيادة تحميل او هبوط في فلطية الكبل.

3 – زيادة تحميل او عمل المحرك الثلاثي الاطوار على طور واحد.

الاجراءات العلاجية:

1 – أفصل المحرك فوراً وافحص مصدر التزويد. إذا كانت هناك زيادة في التحميل أخفض الحمل.

2 – أخفض الحمل او استخدم محركاً اكبر، تفقد الفلطية واستخدم كبلاً بمقاس اكبر.

3 – افحص درجة حرارة المحرك. اذا كان محملاً فوق الحدود المسموح بها أخفض الحمل وافحص مصدر التزويد.

اخيراً نضيف وجوب اشتمال اجراءات الصيانة لمعدات وتجهيزات التحكم بما في ذلك المقلعات والملماسات والحواجز الواقية.

تمديدات/تركيبات خاصة

تحت هذا العنوان سنعرض التمديدات او التركيبات التالية:

أ – تمديدات مؤقتة/تمديدات المواقع الانشائية.

ب – تمديدات المرافق الزراعية والبستنية.

ج – تمديدات الاماكن القابلة للاحتراق وللإنفجار.

5 - التمديدات (2)

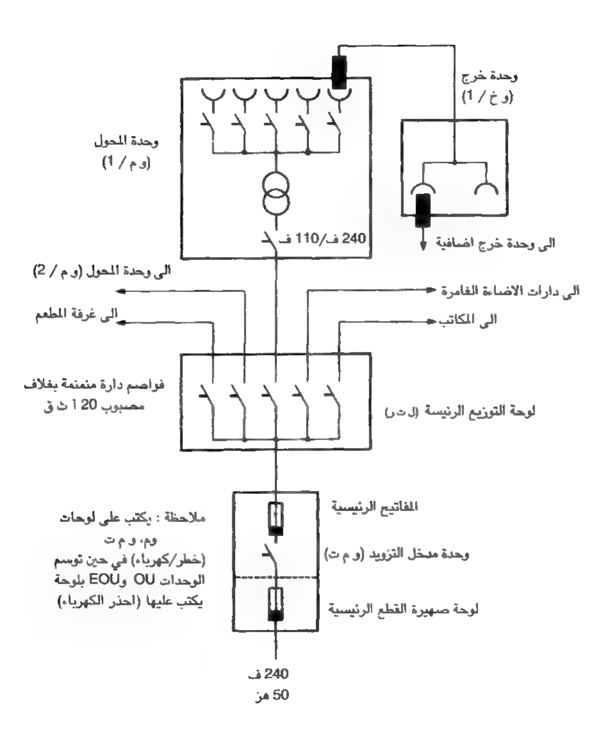
أ) التمديدات المؤقتة للمواقع الانشائية

تعرف المواقع الانشائية بانها مواقع تمديدات مؤقتة. ويعد التعرف الى موقع العمل الفصل الذي يتعامل مع الدراسات الصناعية، نتناول هذا الموضوع هنا بشيء من التفصيل. من الناحية العملية تحتاج المشاريع الانشائية الكبيرة الى الكهرباء وباسرع ما يمكن. وعليه يجب ان يتم اعداد المخطط التوزيعي مقدماً وفي مرحلة مبكرة.

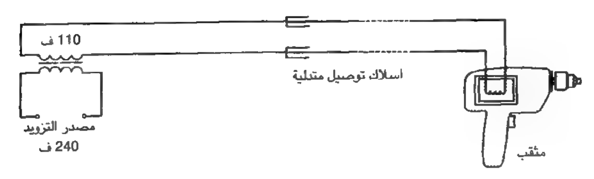
من الممكن ملاحظة لجوء بعض المشاريع الى استخدام مولد كهربائي خاص حيث لا يتوافر مصدر تزويد بالكهرباء وتستخدم لهذه الغاية المولدات المصممة بحيث لايصدر عنها ضجيج عند تشغيلها. يجب ان تصمم وحدات التوزيع الموافقة للمواصفة البريطانية 4343. ويجب تركيب هذه الوصلات في اماكن يمكن الوصول اليها بسهولة لغايات التشغيل والايقاف خاصة في الحالات الطارئة. ومن الجدير بالملاحظة ان المواصفة 4343 تنص على وجوب استخدام قوابس ومقابس تواشجية وان لا تستخدم لغايات التشغيل في الحالات الطارئة. يبين الشكل (5-30) ترتيبة نموذجية لوحدات توزيع نموذجية مطابقة للمواصفة البريطانية 4363 تغذى من مصدر تزويد احادي طور. اذا لزم الامر استخدام مصدر ثلاثي الاطوار فان وحدة المحول و م / 1 تصبح 110/415 ف وتعاد تسميتها على النحو التالي و م 1 / 3.

يـ دف عادة ان تكون هناك مرافق ثابتة ومرافق متحركة، إضافة إلى وجود بعض المتطلبات الخاصة بإنارة مكاتب الموقع والمرافق الأخرى. قد يحتاج الأمر إلى مصادر تزويد لتشغيل الروافع والضواغط التي تحتاج الى فلطية تشغيل 450ف في حين تحتاج المكاتب الميدانية بعضاً من الوحدات الضوئية الغامرة التي تصل إلى فلطية 240ف. والكابلات المستخدمة لهذه الأغراض هي من الكبلات المسلحة بأسلاك الفولاذ. ولكن لغايات التمديدات الداخلية يمكن استخدام الكبلات المسلحة والمغلفة بمادة الـ PVC. يلزم الأمر في هذه المواقع إيلاء موضوع الحماية الميكانيكية مزيداً من العناية. وفي المناطق المحفوفة بالمخاطر ينصح باستخدام العدد الآلية التي تعمل على 110ف وما دون ذلك في الأماكن التي تزداد فيها المخاطر حيث يوصي المجلس التنفيذي للصحة والسلامة باستخدام عدد آلية محمولة تعمل على 25 ف خاصة في الأماكن الرطبة. يبين الشكل (5-31) طريقتين إضافيتين لتوفير مزيد من السلامة:

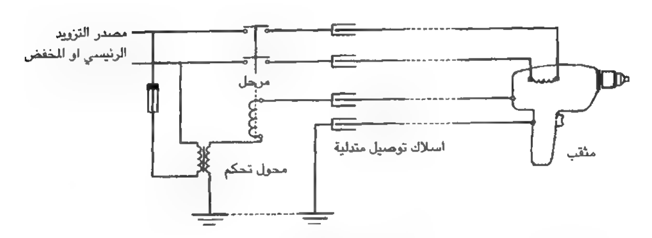
أ - استخدام معدات وتجهيزات لصنف II التي لا تحتاج إلى تأريض.



الشكل (5-30) - مخطط التزويد لموقع انشائي.



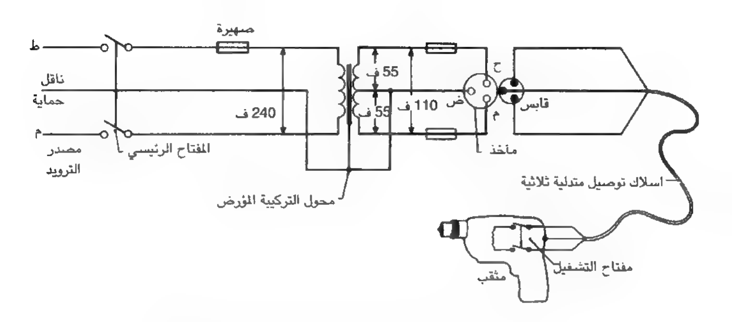
الشكل 5-31 (أ) تزويد مثقب مزدوج العازلية.



الشكل 5-31 (ب) - تتبع مصدر التأريض لمثقب كهربائى.



الشكل 5-31 (ج)- طريقة خفض الفلطية في الموقع.



الشكل (5-32) - تمديدات مثقب محمول عبر محول خفض 240/110 ف وبما في ذلك ترتيبات التأريض وطبقاً للمادة13 من قانون المصانع.

ب - استخدام نظام يسمى نظام التوجيه الأرضي يؤدي في حال حصول اي عطل في سلك التوصيل المتدلي إلى فصل الدارة عن المصدر. يبين الشكل (5-32) دارة نموذجية لمحول محمول.

توصي المواصفات البريطانية CP1017 وجوب استخدام آلية تشغيل مزدوجة الأقطاب للتحكم بمصادر التزويد الأحادي الطور التي تصل فلطيتها إلى 110ف كما يجب توفير حماية للدارة في كل ناقل مكهرب.

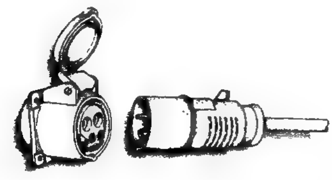
يجب ان تصمم المقابس والقوالب والقوابس طبقاً للمواصفة البريطانية BS4343. راجع البند (553-7) وان لا يقل مقررها عن 16 أ وان تكون متواشجة ميكانيكيا للتأكد من انقطاع المصدر حال سحب القابس من المقبس الشكل (5-33). تتوافر بعض المعدات الاضافية للتمييز بين مختلف الفلطيات عن طريق نظام «كود» الألوان وعن طريق موقع ملامسة التأريض في ضوء موقعها انظر الشكل (5-34). وفي ما يلي جدول يبين كود الألوان:

اللون	الفلطية (ف)
اسود	500 - 750 ف
احمر	380 - 415 ف
ازرق	220 - 240 ف
أصفر	110 - 130 ف
ابيض	50 ف
بنفسجي	25 ف

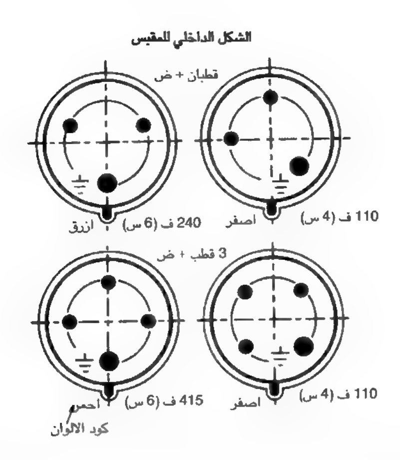
ومن الجدير بالملاحظة ان القوابس والمقابس المعيارية المطابقة للمواصفة 4343 تصنع من مادة بلاستيكية مصبوبة او من مادة الكربونيت المتعدد المقاومة للصدمات.

لا ينصح باستخدام الكبلات الهوائية «المعلقة». ولكن إذا تعذر ذلك يجب ان لا يقل ارتفاعها عند مستوى التعليق عن 5.8م عند التقاطعات المرورية. وفي الأماكن التي يسمح فيها بحركة المعدات العائدة للمشروع يقل الارتفاع الى 5.2 م (انظر الجدول 11B من تعليمات IEE) ويجب وسم هذه الكبلات بأشرطة علام ملونة باللونين الأصفر والأسود في ضوء متطلبات المواصفة القياسية BS2929 (انظر كذلك المواصفة القياسية البريطانية CP1017 لعام 1969).

تظل إنارة الموقع من الامور الهامة خاصة عند الاماكن المزدحمة كالممرات ومواقع العمل. كما يجب ان تكون هناك إنارة تحذيرية لتذكير العاملين بالمخاطر. كما يجب تفقد التمديدات المؤقتة وبشكل دوري وعلى فترات لا تتباعد اكثر من ثلاثة اشهر (انظر الملحق 16 من تعليمات IEE).



الشكل(5-33) - قابس ومقبس "مأخذ" بقطبين وقطب تأريض مطابق للمواصفة 4343 ، CEC17، وIEC309



الشكل(5-34) - تمييز الفلطية للمقابس المعيارية حسب المواصفات البريطانية 4343

ب) تمديدات المرافق الزراعية والبساتين:

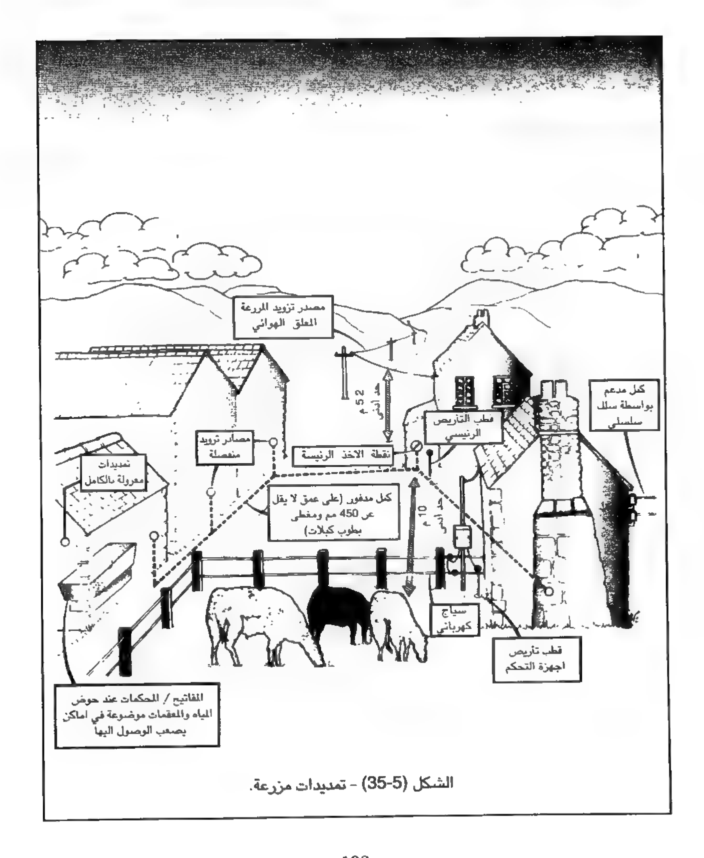
نصت أنظمة وتعليمات IEE على مجموعة من المتطلبات الخاصة بتمديدات المرافق الزراعية والبساتين وبالذات البند 471-40 الذي عالج موضوع استخدام التجهيزات والمعدات من الصنف II نظراً لوجود الدواب والماشية. والبنود من 554-35 الى 554-40 التي عالجت موضوع معدات التحكم بالاسيجة الكهربائية حيث ذكرت معدات وتجهيزات صنف II. إلا انه ينصح بمطالعة المواصفات البريطانية 2632 الخاصة بالاسيجة الكهربائية والانواع المتوافرة منها إلى جانب متطلبات عملها والاماكن التي تركب عندها. وتكتسب تمديدات الاسيجة الكهربائية اهمية خاصة يجب مراعاتها وذلك في الأجواء التي تشتمل على مخاطر كامنة كالاجواء الرطبة والمبللة

والمساعدة على التآكل. يظل توفير نظم للحماية للمرافق والابنية الخارجية البعيدة عن مناطق التزويد الرئيسية من المشاكل التي تترتب عليها مخاطر عدة. وبهذا الصدد لعله من المفيد الاشارة الى البند رقم 471-40 الذي تناول المقاومة المتدنية لاجسام الخيول والماشية والابقار مما يعرّض هذه الحيوانات لمخاطر الصدمة الكهربائية.

وعند فلطيات تقل عن 25 ف نصت المواصفة القياسية البريطانية رقم 2632 على وجوب تصميم معدات وتجهيزات التحكم الخاصة بالاسيجة الكهربائية على نحو مناسب يضمن عدم إمكانية حدوث تماس بين اطراف التوصيل الداخلة واطراف التوصيل الخارجة. ونذكر هنا ان معدات وتجهيزات التحكم غالباً ما تزود من خلايا ركمية «بطاريات». وغالبية هذه المعدات والتجهيزات ذات اغلفة مزدوجة العزل مقاومة للعوامل البيئية، يتم ربط إحدى نهايتي جهاز التحكم مباشرة مع مسرى تأريض في حين تربط النهاية الاخرى مع السياج. يتم بث نبضات ذات طاقة منخفضة كل 1.5 مث لاكتشاف الحيوانات التي تحاول اختراق السياج. في حالة تركيب السياج بجوار طريق عام فإنه يجب الإشارة إليه بوضوح عن طريق وضع علامات تحذير.

يبين الشكل (5-35) بعض المتطلبات الخاصة بتمديدات مزرعة نموذجية.

بوجه عام يحظر تعريض المشغولات المعدنية من نظام التمديدات لظروف تآكلية حتى يتم حمايتها ضد تلك الظروف. في الاماكن الرطبة يجب تجنب اجراء تماسات بين الالمنيوم المكشوف (المعرى)، واي معدن آخر يعتبر النحاس المكون الرئيسي فيه. كما يجب حماية وصلات الكبلات من ان تطالها الرطوبة. والكبلات المدفونة يفضل ان تكون من الانواع المسلحة وذات غلاف معدني، او ان تكون من النوع المتمركز المعزول بمادة الـ PVC. كما يجب دفنها على اعماق آمنة وكافية تقيها التلف الناجم عن الصدمات الميكانيكية. ويتم تمييزها ووسمها للدلالة على مساراتها وذلك باستخدام الاشرطة التحذيرية الخاصة او باستخدام الاغطية المناسبة كالطوب القرميدي الخاص بالكبلات طبقاً لما نص عليه البند رقم 523-23 حيثما تعذر استخدام نظام التمديدات المعزول بالكامل. من الواجب مراعاة ان يتم استخدام عدد آلية محمولة تعمل على فلطية منخفضة. ويظل تشجيع استخدام وسائل الحماية ذات التيار المتبقي كقواطع وكواشف التسرب الارضي من الامور الواجب مراعاتها خاصة في الاماكن والاوضاع التي تحفها مخاطر الصدمة الكهربائية.



الشكل (5-35) - تمديدات مزرعة.

ج) تمديدات الاماكن القابلة للاحتراق والانفجار:

تلزم هذه التمديدات في المرافق المصنفة كمناطق مخاطر مثل محطات التزود بالوقود والاشغال الكيماوية وصوامع الحبوب وحتى محطات وارصفة شحن النفط. تصنف الاماكن الخطرة الى مناطق خطر في ضوء شدة الخطورة التي يمكن ان تترتب عليها كما يلي:

المنطقة (0) وهي المنطقة التي يتواجد فيها مزيج من الغاز – الهواء القابل للانفجار بشكل دائم او لفترات طويلة.

المنطقة (1) وهي المنطقة التي تجري فيها عمليات ومن الممكن ان ينتج عنها مزيج من الغاز – الهواء القابل للانفجار.

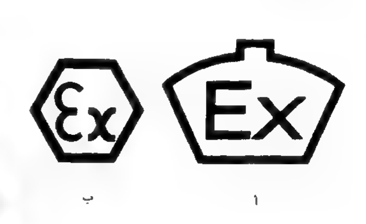
المنطقة (2) وهي المنطقة التي تجري فيها عمليات لا ينتج عنها مزيج من الغاز – الهواء القابل للانفجار واذا نتج فسوف يكون ذلك لفترة قصيرة.

هنالك قائمة طويلة بالمواد السريعة الاشتعال بسهولة التي يمكن ان تنفجر اذا ما مزجت مع الهواء. تسمى درجة الحرارة الصغرى التي تعطى عندها الحرارة الكافية، من مادة قابلة للاشتعال. وينتج عن ذلك مزيج من الغاز–الهواء المتفجر تسمى نقطة الاتقاد. وبعبارات اخرى، يمكننا القول ان نقطة الاتقاد هي درجة الحرارة الدنيا التي يمكن عندها لابخرة سائل طيار او مزيج من الغاز والهواء ان يتقد في اي لحظة اثر تسليط لهب صغير عليها في ظروف محددة. في مطلق الاحوال توجد فروق كبيرة بين المزيجات القابلة للانفجار. ومثال ذلك ان مزيجاً من الهواء والغاز المنزلي سيشتعل عند درجة حرارة تصل الى 560°س في حين يشتعل مزيج الهواء والبنزين عند درجة الحرارة 250°س.

لتجنب المخاطر المترتبة على الانفجارات، يجب ان تصمم المعدات الكهربائية على نحو يمكنها من العمل ضمن تلك الاجواء. وسيجد المصنعون الذين ينتجون مثل هذه المعدات انفسهم امام ضرورة مراجعة المواصفة القياسية 5345 وهي بمثابة الكود العملي الذي ينظم عملية اختيار وتركيب وصيانة الاجهزة والمعدات الكهربائية التي تستخدم بشكل اساسي في الاجواء التي تنطوي على مخاطر الانفجارات باستثناء تلك المتعلقة باعمال المناجم والتعدين. وحتى يعتمد اي منتج لاي مصنع يجب ان يختبر من قبل جهة معتمدة لهذه الغاية حيث توسم الاجهزة التي اختبرت وحققت متطلبات نيل

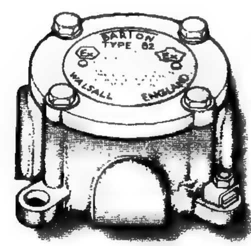
الشهادة بوسم على شكل تاج مزيلاً بالحرفين "Ex" اشارة الى ان هذا الجهاز او هذه المعدة محمية ضد الانفجارات. انظر الشكل (5-36).

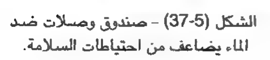
من الناحية العملية يجب ان يلبي الجهاز الكهربائي بعض المعايير الخاصة باستخدامه والتي تندرج ضمن عنوان انواع الحماية. على سبيل المثال في المنطقة (0) يسمح باستخدام انواع محددة من الاجهزة والمعدات كالتجهيزات الآمنة جداً والموسومة بالاحرف (EEx ia) او الاجهزة ذات التصنيف الخاص (EEx S). في المنطقة (1) يمكن استخدام اجهزة بمعايير امن وسلامة تقل عن سابقتها (EEx ib). بعض الحمايات الاخرى قد تشتمل على اغلفة مقاومة للاشتعال (EEx d) او الاجهزة المضغوطة (EEx p) او حتى الجهاز ذي الترتيبات المضاعفة من حيث الامن والسلامة (EEx e)، في المنطقة (2) يمكن استخدام كافة وسائل وطرق الحماية اعلاه. وكما هو معروف، ولاعتبارات اقتصادية ذات علاقة بكلفة التركيب من الشائع استخدام اجهزة ذات معايير أقل درجة كالحمايات (EEx n) وهي من الطرق التي تحول دون توليد قوس كهربائي او شرارة او من شأنها توليد سطوح ساخنة خلال عمليات التشغيل الاعتيادية. يبين الشكل (5-37) صندوق وصلات نموذجي وقد تم وسمه بالاحرف (EEx e) الدالة على نظام الحماية الواجب اتباعه للمعدات التي يفترض ان تصل في المنطقة (1).



الشكل (5-36) - اشارات تحذيرية للمعدات المتفجرة.

أ- علامة للدلالة على BASEEFA
ب- علامة للدلالة على EEC




الشكل (5-37) - صندوق وصلات ضد الماء يضاعف من احتياطات السلامة.

التمرين 5

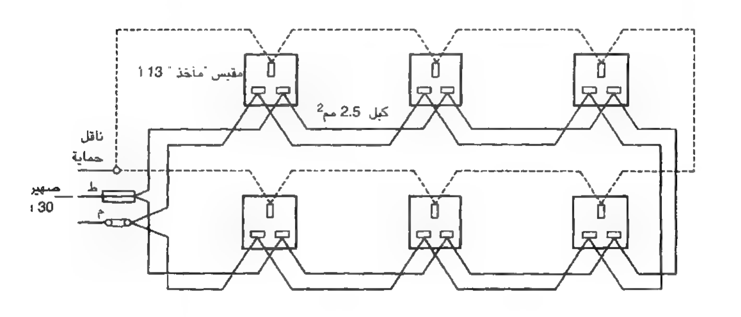
1- يبين الشكل (5-38) مخطط دارة نهاية حلقية تتكون من ستة مآخذ قياسية 1363 مقررها 13(أ) اعد رسم الدارة واضف اليها ما امكن من مآخذ مقابس في النقاط التالية:

(أ) مركز الدارة.

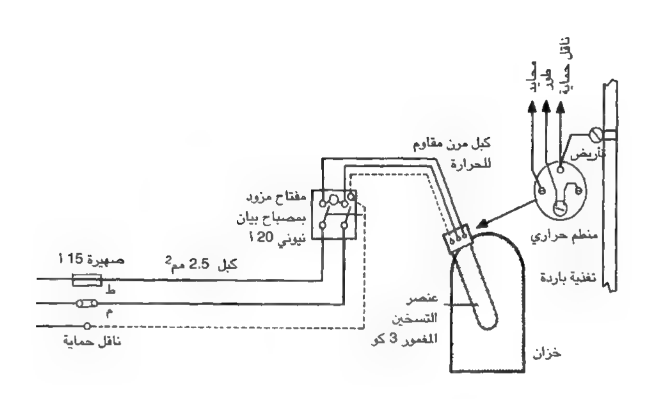
(ب) مقبس مخرج على الحلقة.

(ج) صندوق وصل عند منتصف مسار الحلقة.

2- صف المكونات الداخلية لوحدة مستهلك ستة خطوط باطار معدني مزودة لفواصم دارة منمنمة. اذكر فائدتين من فوائد استخدام الفواصم المنمنمة مقارنة مع غيرها من وسائل الحماية الاخرى.



الشكل (5-38) – دارة نهائية حلقية.



الشكل (5-39) – دارة سخّان مياه مغمور.

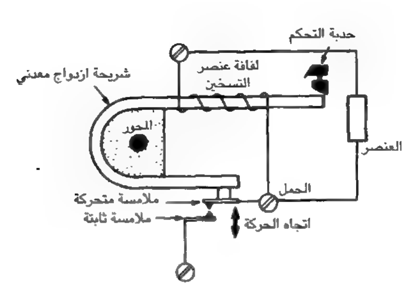
3- يبين الشكل (5-39) دارة سخان مياه منزلي مغمور. اشرح مستعيناً بالرسم آلية عمل المنظم الحراري.

4- صف ايجابيات وسلبيات كل مما يلي:

(أ) التمديدات السلسلية.

(ب) التمديدات المؤرضة المركزة.

5- (أ) ارسم مخططاً نهائياً لدارة تغذي طباخاً كهربائياً بما في ذلك التوصيلات الداخلية لوحدة التحكم المزودة بمقبس مأخذ 13 أ. علّم مسارات الخطوط والاجهزة مع مراعاة النظافة والترتيب.



الشكل (5-40) - منظم حراري لفرن كهربائي.

(ب) ما المسافة القصوى التي تباعد بين مفتاح التحكم والجهاز الكهربائي المنزلي.

(ج) احسب تيار الحمل المطلوب لطباخ منزلي مقرره 19.2كو / 240 ف.

6- يبين الشكل (5-40) مخططاً لمنظم حراري لفرن كهربائي عناصر التسخين فيه على شكل صفائح. اشرح آلية عمله.

7- صف مستعيناً بالرسم التخطيطي آلية عمل وحدة المصباح الفلوري.

8- (أ) ما تعليمات IEE للتمديدات التي تناولت دارات المحركات الكهربائية ؟

(ب) ارسم دارة محرك كهربائي احادي الطور يتم التحكم بتشغيله بواسطة لماس اقلاع مباشر ومزود بمتمم زيادة تحميل حراري.

9- (أ) احسب مقاس المجرى الصندوقي لدارات النواقل التالية، مع العلم ان الكبلات / النواقل من نوع الشعيرات المجدولة:

(i) خمسة عشر ناقلاً قياس 1.5 مم^2.

(ii) عشرون ناقلاً قياس 2.5 مم^2.

(iii) ستة نواقل قياس 4.0 مم^2.

(ب) اذكر ايجابيتين لنظام التمديدات هذا.

10- ارسم مخططاً نهائياً يبين وسائل ومعدات الحماية لتمديدات مصنع صغير يشتمل على دارات انارة وتدفئة وقدرة تتم تغذيتها من لوحات توزيع منفصلة آخذاً بعين الاعتبار تعليم التوصيلات حسب الاصول ومراعاة النظافة والترتيب.

6- حسابات التسخين والإنارة

بعد الانتهاء من قراءة هذا الفصل، ستكون قادراً على ان:

- تفسر طرق انتقال الحرارة بالتوصيل والحمل والاشعاع.
- تصف الطرق الشائعة للتدفئة وتسخين المياه كهربائياً وتتعرف الى ايجابياتها وسلبياتها.
- تتعرف الى طرق التحكم بالحرارة عبر المنظمات الحرارية المختلفة.
- تجري الحسابات المتعلقة بالطاقة الحرارية والطاقة الكهربائية ومردود انظمة التسخين.
- تتعرف الى قوانين الاستضاءة.
- تجري الحسابات المتعلقة بالاستضاءة وفق طريقة النقطة بنقطة وذلك باستخدام قانون التربيع العكسي والقانون التجيبي.

التاثيرات الحرارية للتيار الكهربائي

الحرارة شكل من اشكال الطاقة ويمكن الحصول عليها بطرق واساليب متعددة. وما يهمنا في هذا الجزء من هذا الفصل الطريقة التي يتم من خلالها توليد الحرارة كنتيجة لمرور تيار كهربائي عبر عنصر تسخين مقاومي.

وكما هو معروف تنتقل الحرارة بواحدة او اكثر من الطرق التالية: التوصيل، الحمل والاشعاع.

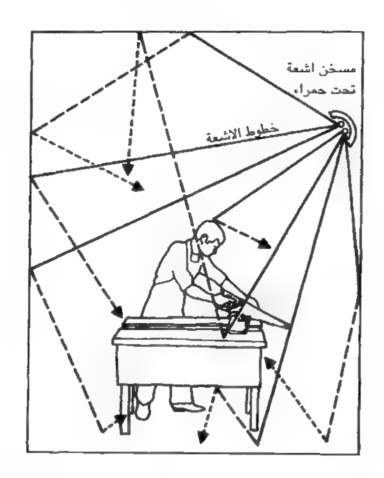
يعني التوصيل انتقال الحرارة عبر المادة من جزيء الى جزيء دون ملاحظة حركتها باستثناء اهتزازها المطّرد والمتسارع في بعض الاحيان. وانتقال الحرارة بالتوصيل يعني

سريان الحرارة من المكان او النقطة التي تكون فيه درجة الحرارة اعلى الى النقطة او المكان الاقل من حيث درجة الحرارة. يمكن القول ان غالبية المواد الموصلة جيداً للتيار الكهربائي موصلة جيداً للحرارة كذلك، في حين يظل الهواء والخشب والزجاج والـ PVC والمطاط ... الخ من المواد الضعيفة للتوصيل الحراري والكهربائي كما هو معروف كذلك. ومن يتجول في المرافق الصناعية يلحظ استخدامات متنوعة لتطبيقات تستند الى انتقال الحرارة بالتوصيل ككاويات اللحام بالقصدير ومسخنات المياه وغيرها.

الحمل يعني انتقال الحرارة عبر السوائل او الغازات حيث الجزيئات ضعيفة التماسك بحيث عندما يتم تعريضها الى مصدر حراري فان الجزيئات الاقرب الى المصدر تصبح اكثر سخونة، وبالتالي اقل كثافة فتتمدد او ترتفع الى اعلى فتحل مكانها جزيئات اقل فاقل برودة. وهذا بدوره يولد تيارات حملية تدور في الوسط الناقل "الغاز او السائل". ومن تطبيقات هذه الطريقة من طرق انتقال الحرارة المسخنات الحملية والمسخنات المغمورة والمحولات الكهربائية الزيتية "المملوءة بالزيت".

اما الاشعاع فيعني انتقال الحرارة على شكل اشعة او جسيمات وذلك في خطوط مستقيمة تصدر من مصدر ما. وتعد الاشعة تحت الحمراء التي تنتقل من الشمس الى الارض من الامثلة النموذجية. من الجدير بالملاحظة ان خطوط اشعة الحرارة تكون باردة وعندما تصطدم بجسم ما، فان بعضاً منها يتم امتصاصه من قبل ذلك الجسم الذي بدوره يصبح اكثر سخونة منها. وعلى سبيل المثال فان الاسطح السوداء القاتمة من المواد جيدة الامتصاص للحرارة وبالتالي جيدة الاشعاع، ولهذا السبب تطلى زعانف التبريد خلف الثلاجات بالاسود حيث بمقدورها تحرير او اشعاع اكبر قدر ممكن من الحرارة الممتصة من سائل التبريد. يلاحظ ان السكان في المناطق او الاقاليم الحارة يطلون منازلهم باللون الابيض وذلك لتقليل فرص امتصاص حرارة الشمس، وهذا يعني ان الاسطح البيضاء او الفاتحة ضعيفة الامتصاص للحرارة على عكس الاسطح السوداء.

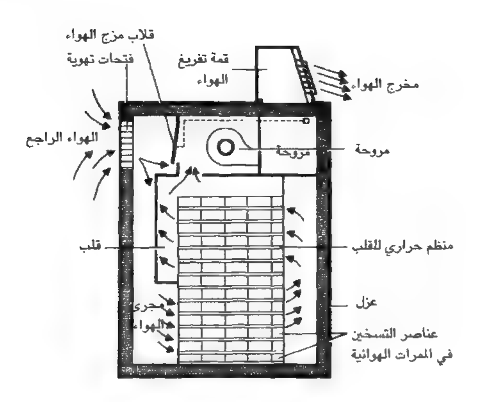
يوجد العديد من المدافئ الكهربائية المزودة باسطح عاكسة منها مدافئ الاشعة تحت الحمراء. ويبين لنا الشكل (6-1) كيف تشع المسخنات الاشعاعية الحرارة على شكل خطوط مستقيمة كما ويبين بعض الاجسام التي تمتص بعضاً من تلك الاشعة وتعكس



الشكل (6-1) - خطوط الاشعة من مصدر حراري ذي اشعة تحت الحمراء.

البعض الآخر. وخلاصة القول ان الحرارة تنقل بالتوصيل او الحمل او الاشعاع من الاسطح الدافئة المسخنة الى الاجسام او الاسطح الاقل برودة.

قد تصمم بعض الاجهزة والمعدات الكهربائية بحيث يمكن انتقال الحرارة عبرها باكثر من طريقة من طرق انتقال الحرارة. ومن امثلة تلك الاجهزة الوحدة المبينة في الشكل (6-2) والمزودة بمروحة حيث يلاحظ هنا ان عناصر التسخين توصل الحرارة مباشرة عبر القلب ومن ثم ترتفع الى اعلى بواسطة الحمل حيث تنفخ او تطرد خارج الوحدة عن طريق المروحة كهواء ساخن جاهز للاستعمال. توجد انواع متعددة من اشكال ونماذج التسخين الكهربائي كوحدات الطبخ الخزفية المخددة والتسخين بالتحريض "الحث" وأطراف الموجات الدقيقة (Microwave) التي تستخدم موجات



الشكل (2-6) – وحدة تسخين كهربائية.

كهرومغناطيسية وعلى ترددات عالية لغايات التسخين. من الناحية العملية يمكن تصنيف معدات التسخين المنزلية الى فئتين رئيسيتين وهما المعدات المخصصة لغايات التدفئة والمعدات المخصصة لغايات تسخين المياه.

تزود معدات التدفئة في الغالب بما يلي:

(أ) مسخنات فاعلة مباشرة كالمسخنات الحملية والمسخنات الجدارية/السقفية والمتساطحة والمشعات المملوءة بالزيت والمسخنات المزودة بمروحة.

(ب) مسخنات التخزين الحرارية كمشعات التخزين ووحدات التسخين القلبيية، الشكل (2-6)، ونظم التسخين المدفونة.

ويمكن تزويد مسخنات المياه على شكل عناصر بمخارج او مآخذ مفتوحة او صهريجية او يمكن تغذيتها بالماء عبر صهاريج. وقد تم تناول هذه النظم بشيء من الايجاز في هذا الفصل، ولمزيد من التفاصيل يمكن الرجوع الى كتب تكنولوجيا اكثر تعمقاً في التمديدات الكهربائية.

6 – حسابات التسخين والإنارة

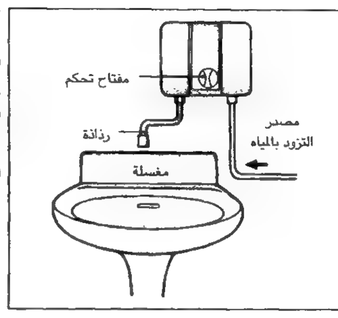
التدفئة

تظل المسخنات المباشرة من الاجهزة المثالية لتدفئة المرافق التي تحتاج الى تدفئة من وقت لآخر إذ يمكن تشغيلها طالما اقتضت الحاجة، الامر الذي اقتضى التفكير بتطوير نوع او انواع من تلك المسخنات او المدافئ بحيث يمكن اطفاؤها اوتوماتياً كلما اقتضت الضرورة. تمتاز هذه المدافئ بالاستجابة المباشرة والمرضية لمتطلبات التشغيل وبمعدلات استهلاك قياسية للطاقة الكهربائية. وعلى وجه التقريب فان غرفة بمساحة مسطحة مقدارها 15م^2 ، وارتفاع يصل الى 2.75 م قد تحتاج الى ما قيمته 2 كو من الطاقة الحرارية للابقاء على فرق في درجة الحرارة يصل الى 20° س مع مراعاة ان الغرفة لها طول جدار خارجي مقداره 5.0 م.

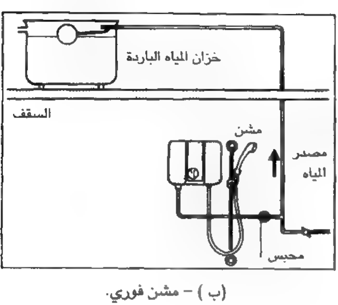
اما مسخنات التخزين الحراري فهي ذات فائدة ملحوظة للمرافق التي يتم تشغيلها لفترات زمنية اطول والتي بدورها تستفيد من ساعات التشغيل الليلي حيث تنخفض كلفة استهلاك الطاقة الكهربائية كما نصت على ذلك التعريفة الاقتصادية 7. تمتاز النظم الحديثة بالمردود العالي وصغر المساحة التي تشغلها وبما تزود به من ادوات ووسائل لخفض الكلفة مثل معدات التحكم بالطاقة والمنظمات الحرارية التي تضمن التزود بالكمية المناسبة واللازمة من الحرارة وتبعاً لظروف واجواء تركيباتها وتمديداتها. وتعمل مثل هذه الانظمة على تخزين الحرارة اثناء فترة الذروة القصوى ليصار الى تحريرها عند الطلب واثناء ساعات النهار. واستناداً لنفس المعطيات اعلاه، والمتعلقة بالمسخنات المباشرة فقد يحتاج نظام تدفئة او تسخين من النوع المخزن وعلى تعريفة السبع ساعات الرخيصة الى ما قيمته 5 كو لغايات التسخين الليلي الذي يتم تخزينه بالكامل.

تسخين المياه

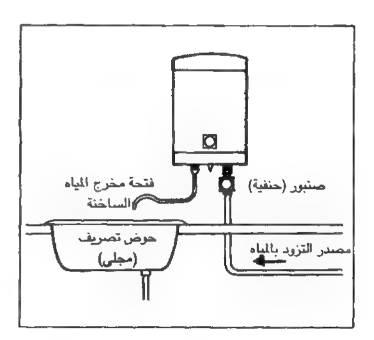
ان المسخنات من النوع المزود بمخارج مفتوحة هي تلك التي تصمم بحيث توصل مباشرة الى مصدر التزود بالمياه الباردة وعند الحاجة الى المياه الساخنة. ويمكن تركيبها فوق حوض التصريف او تحته وهي من النوع الذي يخزن كميات قليلة من المياه. يعتبر المسخن الفوري "اللحظي" من مسخنات المياه النموذجية لهذا النوع الاحادي النقطة. وقد امكن حديثاً تطويره الكترونياً ليخفض في تكاليف ادارته وليوفر



(أ) – مسخن مياه فوري.



(ب) – مشن فوري.



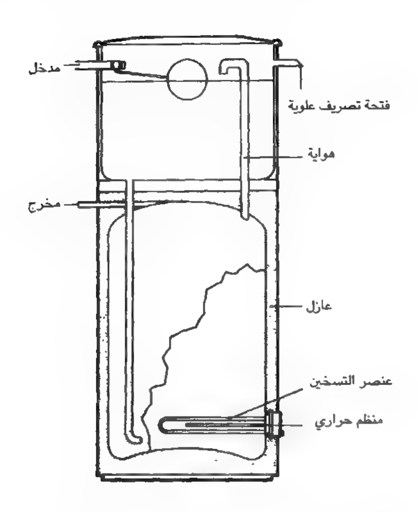
(ج) – مسخن مياه علوي.

الشكل (6-3) – مسخنات المياه ذات المخارج المفتوحة.

المياه. ويعد مناسباً للمغاسل والمشنات. انظر الشكل (6-3).

تستخدم مسخنات المياه من النوع الصهريجي "الخزانات" في الحالات التي لا يوجد فيها خزان تغذية منفصل للمياه ويتم ربطها الى المصدر الرئيسي للتزود بالمياه وكونها من الانظمة التي تعتمد على الجاذبية في التغذية فانها تستخدم لتزويد عدة صنابير ومغاسل. انظر الشكل (6-4).

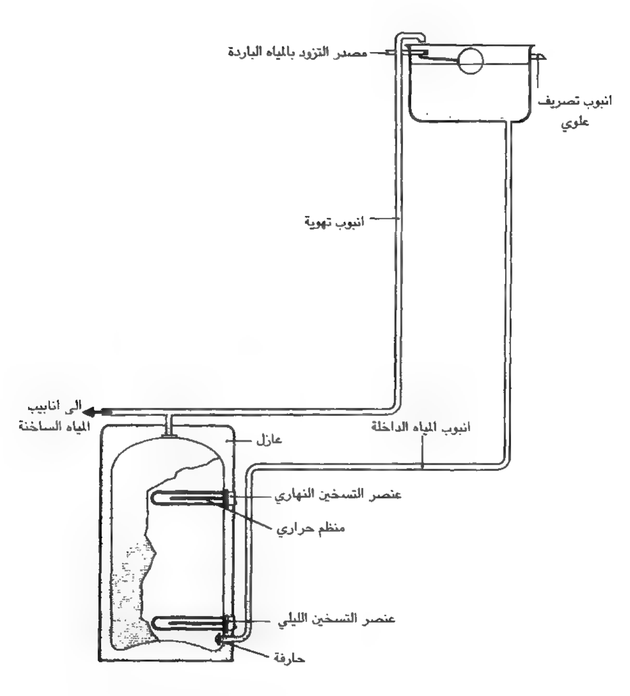
تعتبر مسخنات المياه التي تزود بالمياه من خزانات او صهاريج منفصلة من الانظمة المتعددة الاغراض. يتم تركيب الخزان على مستوى عال.



الشكل (6-4) – مسخن مياه من النوع الصهريج (خزان).

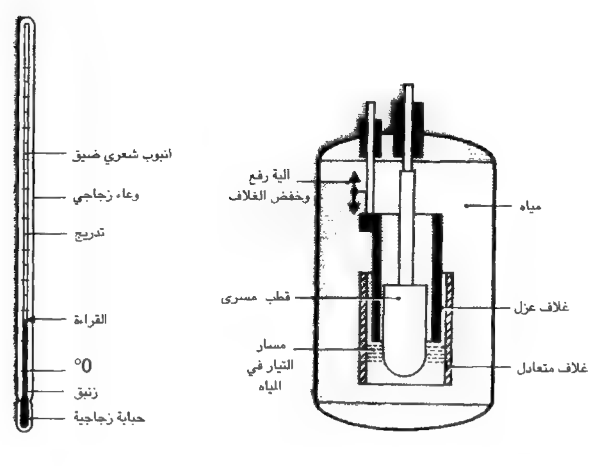
ويغذي النظام خزان التخزين الذي يزود بعناصر تسخين مغمورة تعمل وقت انقضاء فترة الذروة حيث التعريفة على الاستهلاك تصل الى ادنى مستوياتها. وتظل الميزة الرئيسية لهذا النوع من انظمة التسخين سعة التسخين والتخزين العالية. انظر الشكل (6-5).

ولغايات تسخين وتخزين كميات كبيرة جداً من المياه قد يتطلب الامر استخدام مضخات حرارية او مراجل قطبية. في نظام المضخات الحرارية يتم انتزاع الحرارة من الجو في وحدة تبخير قبل تمريره الى ضاغطة تضخ المياه من درجة حرارة متدنية الى درجة حرارة عالية الى حيث خزان التخزين تمهيداً لاستعماله. وفي النظام الثاني، اي



الشكل (5-6) – مسخنات مياه تزود من خزان.

6 - حسابات التسخين والإنارة



الشكل (6-7) - مقياس درجة الحرارة.

الشكل (6-6) - مرجل قطبي.

نظام المراجل القطبية، يتم توليد الحرارة عن طريق تمرير تيار كهربائي عبر المياه. ويتم التحكم بعملية التسخين بواسطة آلية رفع وخفض للاقطاب المغمورة.انظر الشكل (6-6).

درجة الحرارة

درجة الحرارة عبارة عن مؤشر الى مدى سخونة او برودة جسم ما. ويجب عدم خلط هذا المفهوم بمفهوم الحرارة نفسها. والاداة التي يمكننا بواسطتها قياس درجة الحرارة تسمى مقياس الحرارة. وتوجد انواع ونماذج متعددة من تلك المقاييس كالمقاييس الحرارية الزجاجية والبايرومترات (المقاييس المخصصة لقياس درجات الحرارة العالية) والازدواجات الحرارية، ويبين الشكل (6-7) احد الانواع النموذجية التي يشيع

استعمالها في مختبرات المدارس والكليات. وسيلاحظ ان الزئبق يستخدم كسائل تمدد في هذه المقاييس ذلك لانه يتمدد بانتظام ولانه من المواد الموصلة جيداً للحرارة.

من الناحية العملية هناك نظامان لمقاييس درجة الحرارة هما المئوي والفهرنهيتي. يستخدم المقياس او النظام المئوي في الاعمال الكهربائية ويتراوح مدى القياس ما بين الصفر المئوي 0°س و100°س (اي درجة تجمد او درجة حرارة الجليد المنصهر النقي ودرجة حرارة البخار في حالة ما فوق غليان الماء النقي). وعندما تبرد الاجسام اكثر فاكثر كمجالات تكثف الغازات الى سوائل وتجمد السوائل عندها يصار الى استخدام نظام درجات الحرارة وفق نظام كلفن للتحريك الحراري والذي يبدأ بالصفر المطلق الذي يعادل (273°س) ومن ثم يبدأ بالزيادة حسب النظام المئوي (اي سلم سلزيوس لدرجات الحرارة) . وسلم سلزيوس غير مدرج حيث ان الصفر المئوي (0° س) يعادل 273 ك و100°س تعادل 373 ك.

سعة الحرارة النوعية

تعرف سعة الحرارة النوعية (ن) لمادة ما على انها كمية الحرارة مقاسة بالجول (جل) اللازمة لرفع درجة حرارة كيلوغرام (1 كغ) من تلك المادة درجة مئوية واحدة (1 °س) .

وعليه فان:

$$\text{ن} = \frac{\text{جل}}{\text{كغ}\ ^\circ\text{س}}$$

قد يلاحظ الطلاب في بعض الاحيان ان بعض المسائل تعطي سعة الحرارة النوعية بوحدة:

$$\frac{\text{جل}}{\text{كغ ك}}$$

او حتى بوحدة:

$$\frac{\text{كج}}{\text{كغ ك}}$$

فعلى سبيل المثال فالسعة النوعية للماء قد تعطى كما يلي:

$$\frac{4.2\ \text{كج}}{\text{كغ ك}}$$

كما ان استخدام مصطلح "النوعية" يعني ان المادة قد قسمت بواسطة كتلتها ومصطلح "سعة الحرارة النوعية" يعني في واقع الحال السعة الحرارية لوحدة الكتلة.

لقد وجد من التجارب المخبرية ان كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة كيلوغرام (1 كغ) من الماء درجة مئوية واحدة (1 °س). تساوي 4200 جل، في حين يحتاج النحاس الى 380 جل والزئبق الى 140 جل فقط. وتمثل هذه القيم سعات الحرارة النوعية لها وبالتالي فهي للماء:

$$\frac{4200\text{جل}}{\text{كغ }^{\circ}\text{س}}$$

وللنحاس:

$$\frac{300\text{جل}}{\text{كغ }^{\circ}\text{س}}$$

وللزئبق:

$$\frac{140\text{جل}}{\text{كغ }^{\circ}\text{س}}$$

وتشير هذه القيم على سبيل المثال الى ان الماء يحتاج الى طاقة اكبر لتسخينه من تلك الطاقة التي يحتاجها النحاس والزئبق، وبالتالي فانه يخزن طاقة اكبر عندما يسخن وذلك بالمقارنة مع كل من النحاس والزئبق. ولهذا السبب يفضل استخدام الماء في نظم

التدفئة المركزية عوضاً عن السوائل الاخرى. مما تقدم فانه يعبر عن كمية الحرارة اللازمة لرفع درجة حرارة جسم ما كما يلي:

كمية الحرارية (كح) = سعة الحرارة النوعية (ن)
× الكتلة (كت) x التغير في درجة الحرارة

او $$كح = ن \times كت \times (د_2 - د_1) \quad جل \qquad (1.6)$$

حيث $د_1$ و $د_2$ تمثلان على التوالي درجة الحرارة الابتدائية ودرجة الحرارة النهائية مقاستين حسب سلم سلسيوس (المئوي).

مثال 1

عنصر تسخين حراري مثبت الى غلاية (قدر) من النحاس يزن 0.5 كغ ويحتوي على 1.5 ليتر من الماء. احسب كمية الحرارة اللاَزمة لرفع درجة حرارة الماء من 20°س الى درجة الغليان.

الحل:

كمية الحرارة اللازمة لغلاية النحاس:

$$كح = ن\ كت\ (د_2 - د_1) \quad جل$$

$$كح = 380 \times 0.5 \times 80 = 15\,200 \quad جل$$

كمية الحرارة اللازمة للماء:

$$كح = 4\,200 \times 1.5 \times 80 = 50\,4000 \quad جل$$

كمية الحرارة الكلية اللازمة:

كح = 15.2 + 504 = 519.2 كج

في هذا المثال اذا كان عنصر التسخين لغلاية النحاس بقدرة مقدرة قيمتها 3 كو وبمردود يصل الى 95% فانه يمكن حساب الزمن اللازم او المستغرق لغلي الماء كما يلي:

حيث ان المردود = طاقة الخروج/طاقة الدخول

وعلى اعتبار ان طاقة الخروج هي الطاقة الحرارية (كح) اللازمة مقاسة بالجول

وطاقة الدخول هي الطاقة الكهربائية (ط) اللازمة مقاسة بالجول، فان:

طاقة الدخول = طاقة الخروج/المردود معبّر عنها بالكيلوواط ساعة حيث ان كل كوسا = 3.61 مج .

وعليه فان:

ط = 3 كو × سا

و

$$\text{كح} = \frac{0.5192}{3.61} = 0.1442 \text{ كوسا}$$

وهكذا فان:

$$3 \times \text{سا} = \frac{0.1442}{0.95}$$

وعليه فان:

$$\text{سا} = \frac{0.1442}{0.95 \times 3}$$

= 0.05 ساعة

= 3 د

من الجدير بالملاحظة ان الحرارة تفقد في الغلاية بواسطة التوصيل والحمل والتبخر إذ ان الماء يتبخر دون المرور بدرجة الغليان.

لا تشتمل مسائل الحرارة دائماً على حسابات حرارة الوعاء (الغلاية كما في المثال اعلاه) حيث يؤخذ بالحسبان الماء او السائل فقط المراد تسخينه بوصفه يستهلك معظم الحرارة. انظر في الامثلة التالية وتذكر ان ليتراً واحداً من الماء يزن كيلوغراماً واحداً.

مثال 2

خزان يحتوي على 1300 ليتر من الماء تم تسخينه الى درجة حرارة مقدارها 55°س علماً بان درجة حرارته كانت 15°س . اذا علمت ان التسخين قد تم عن طريق خمسة عناصر تسخين قدرة كل منها 3 كو ولمدة عشر ساعات. احسب مردود النظام اذا كانت سعة الحرارة النوعية للماء:

$$\frac{4200\text{جل}}{\text{كغ}\ ^\circ\text{س}}$$

الحل:

الطاقة الحرارية اللازمة: كح = ن كت (د$_2$ – د$_1$)

= 1300 x 4200 x 40

= 218.4 مج

= 60.7 كوسا

الطاقة الكهربائية اللازمة: ط = قد × ت

= 15 x 10

= 150 كوسا

المردود:

مر = كح / ط

= 60.77 / 150

= 0.4 (40%)

مثال 3

يزود مشن كهربائي فوري 5 ليترات من الماء كل دقيقة عند درجة حرارة تصل الى 30°س. اذا كانت درجة الحرارة الابتدائية للماء 12°س، فما هو مقرر المشن، باهمال الفواقد ؟

الحل:

$$كح = ن\ كت\ (د_2 - د_1)$$
$$= 18 \times 4200 \times 5$$
$$= 378600 \text{ جل}$$
$$= 0.378 \text{ مج/د}$$

حيث لا توجد فواقد فان: $ط = كح = 0.378$ مج/د

وعلى مدار ساعة من الزمن فان: $ط = 22.68$ مج

وحيث ان: $ط = قد \times ن$

و

$$قد = \frac{ط}{ن}$$

$$= 6.3 \text{ كو}$$

مثال 4

قارن كلفة المشن اعلاه بمغطس يستخدم 135 ليتراً من الماء عند نفس درجة الحرارة على اعتبار ان مردود نظام تسخين مياه المغطس 90% وان المشن يستخدم 15 ليتراً من المياه كل 3 دقائق. افترض ان كلفة تسخين المياه باستخدام المشن 5.16 درهم لكل وحدة وان كلفة تسخين مياه المغطس حسب التعريفة الاقتصادية 7 هي 1.9 درهم.

الحل:

لوحدة المشن:
بما ان، كل 3 دقائق تعادل 0.05/ساعة
فانها تستخدم 0.05 x 6.3 = 0.315 كوسا
الكلفة على اعتبار 5.16 درهم الوحدة
0.315 x 5.16 = 1.6 درهم

لنظام المغطس:
فان الحرارة اللازمة كح = ن كت ($د_2 - د_1$) = 135 × 4200 × 18
= 10.2 مج

حيث ان مردود النظام = 90%، فان ط = $\frac{كح}{مر}$

$= \frac{10.2}{0.9}$

= 11.34 مج

حيث ان كل 1 كوسا يساوي 3.6 مج فان

ط = $\frac{11.34}{3.6}$

= 3.15 كوسا

وعليه فان الكلفة على اعتبار 1.9 درهم/وحدة 3.15 x 1.9 = 6 دراهم
كما هو ملاحظ من المثال اعلاه فانه على الرغم من استخدام نظام المغطس (الحمام) على التعريفة الرخيصة للطاقة الكهربائية يظل استخدام المشن اقل كلفة.

مثال 5

احسب مقاومة عنصر التسخين اللازمة لرفع درجة حرارة 5 كغ من الماء من درجة حرارة مقدارها 15°س الى 60°س خلال 30 دقيقة، افترض ان فواقد نظام تسخين هذا تصل الى ما نسبته 10% وان فلطية المصدر 240 فلط.

الحل:

الطاقة الحرارية اللازمة كح = ن كت (د$_2$ − د$_1$) = 5 × 4.2 × 45

= 945 كج = 0.945 مج

حيث ان 1 كوسا = 3.6 مج

$$\text{كح} = \frac{0.945}{3.6}$$

= 0.2635 كوسا

الطاقة الكهربائية اللازمة ط = قد × ت = قد × 0.5 كوسا

حيث ان مردود النظام = 90% فان:

$$\text{ط} = \frac{\text{كح}}{\text{مر}}$$

$$(\text{قد} \times 0.5) = \frac{0.2625}{0.9}$$

وبالتالي فان

$$قد = \frac{0.2625}{0.45}$$

$$= 0.583 \text{ كو}$$

وحيث ان:

$$قد = \frac{ج^2}{م}$$

فان:

$$م = \frac{ج^2}{قد}$$

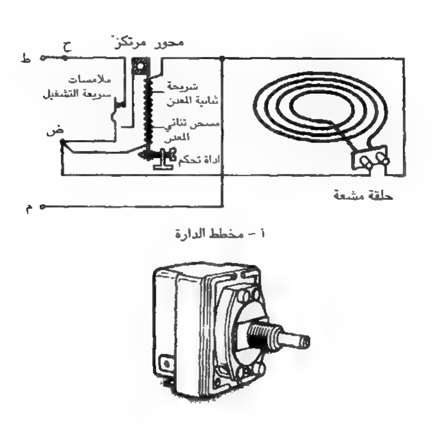
$$= 99\ \Omega$$

محكمات التسخين

يفترض من الناحية العملية ان يزود نظام التسخين بآلية فصل وعزل كاملة وآلية فصل اوتوماتية واداة حماية كاملة ضد التسرب الارضي مع نظام تأريض موثق.

في البداية يتم التحكم يدوياً واوتوماتياً عبر مفاتيح زمنية ومنظمات حرارية تتضمنها معدات التسخين ذاتها. وتظل المنظمات الحرارية لغرفة التسخين الخيار المفضل لضبط حرارة الغرف التي يصار الى تدفئتها في نظم التدفئة، في حين يتم استخدام محكمات منفصلة لكل من اجهزة الطبخ والغلايات او للمسخنات المغمورة اذ توفر وتضمن استخداماً فعالاً للطاقة الكهربائية لتسهيل عمليات التشغيل.

يبين الشكل (6-8) مخطط دارة لمنظم طاقة يستخدم للتحكم بالطاقة الداخلة الى مشع حلقي لطباخ منزلي، الا انه لا يوفر آلة تحكم بدرجة الحرارة. سيلاحظ من الشكل



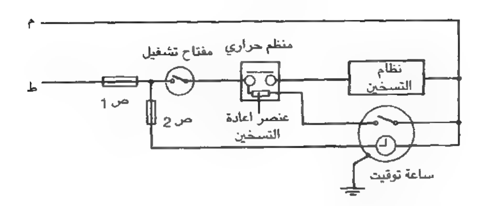
أ - مخطط الدارة

ب - اداة تحكم

الشكل (6-8) - التحكم بالطاقة.

ان الشريحة الثنائية المعدن تحمل ملف التسخين الذي في حال شحنه بالطاقة سيعمل على فتح ملامسات المفتاح السريع التشغيل. يؤدي فصل الطاقة عن المسخن الحلقي الى برودة شريحة الازدواج المعدني والتي بدورها تؤدي الى اغلاق الملامسات ثانية. وتتكرر الدورة على فترات قصيرة لضمان آلية تسخين هادئة.

ان المنظمات الحرارية، من حيث المبدأ ما هي الا مفاتيح تعمل على اساس درجة الحرارة ويلزم ان يتم التأكد من ملاءمتها لنظام التسخين حيث تستخدم. والغرض من تلك المنظمات علاوة على التحكم بدرجة الحرارة يكمن في تقنين معدلات استهلاك الطاقة. يبين الشكل (6-9) مخطط دارة لمنظم حراري مزود بآلية تحكم اوتوماتية لاعادة



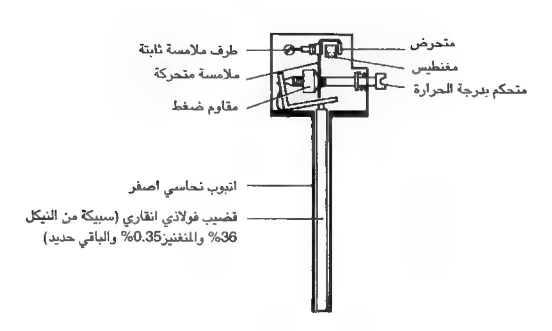
الشكل (6-9) – دارة تحكم اوتوماتية «تراجعية» التسخين لنظام تسخين.

التسخين وللاستخدامات الليلية. يسمح هذا الجهاز بالمحافظة على نظام التسخين على مستويات متدنية من درجات الحرارة (حوالي 5°س دون درجة الحرارة المعنية). وهو من الاجهزة او الادوات المثالية للمرافق التي تترك دون اشغال ومن شأنها ان تسمح بتسخين تلك المرافق وبسرعة اثناء اوقات النهار حيث يصار الى اشغالها.

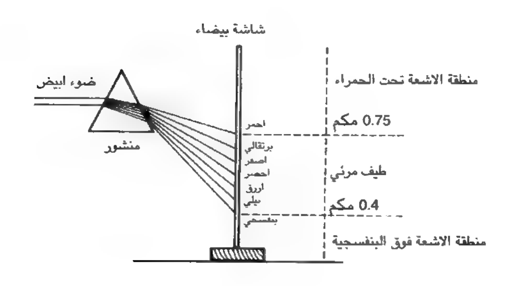
يبين الشكل (6-10) منظماً "ضابطاً" حرارياً مغموراً يعمل على قاعدة تمدد وتقلص معدنين لكل منهما معامل تمدد خاص به. ويشير الشكل الى منظم حراري على شكل قضيب يشتمل على انبوب من النحاس الاصفر وقضيب من الفولاذ غير القابل للتمدد ويربط المعدنين معاً من الجهتين او النهايتين المتضادتين الى مفتاح فيعمل فعل التسخين على تمدد انبوب النحاس الاصفر الخارجي ويحرر السبيكة الانقارية غير القابلة للتمدد. يؤدي هذا الامر الى فتح الدارة عند القيمة المطلوبة. يشتمل المفتاح على مغناطيس صغير ودائم من شأنه ان يؤمن آلية تشغيل سريعة وفورية للمفتاح من شأنها الحدّ من بلي ملامسات المفتاح.

حسابات الإنارة

الضوء شكل من اشكال الطاقة. ويعتبر الضوء الصادر عن الشمس او عن اي مصباح توهجي "ضوءاً ابيض" ولكن يتكون حقيقة من كل الوان الطيف "قوس قزح". ويمكن تحليل الضوء الابيض الى مكوناته الطيفية بتمرير حزمة منه عبر منشور



الشكل (10-6) – منظم حراري مغمور.



الشكل (11-6) – الطيف الضوئي.

زجاجي كما هو مبين في الشكل (6-11) ، ويلاحظ من الشكل ان اللون الاحمر هو الاقل انكساراً والبنفسجي هو الاكثر انكساراً. ومرد ذلك الى ان الضوء ذو طبيعة موجية ولكل لون تردد وبالتالي طول موجة مختلف عن الاخر. وكلما كان التردد كبيراً كان طول الموجة قصيراً. وبالتالي فان اللون البنفسجي هو اللون الذي يتمتع باقصر طول موجة من بين الوان الطيف المرئية، والعلاقة ما بين طول الموجة (ل) والتردد (د) يمكن اجماله بالصيغة الرياضية التالية آخذين بعين الاعتبار ان كل الموجات الضوئية تسير في الفراغ بسرعة واحدة هي سرعة الضوء (ع).

$$ل = \frac{ع}{د}$$

حيث:

ل توازي الحرف الاغريقي λ (يلفظ "لمبدا") ويشير الى طول الموجة بالامتار (م)

د التردد مقاساً بالهيرتز (هز)

ع سرعة الضوء وتساوي 3×10^8 م/ث

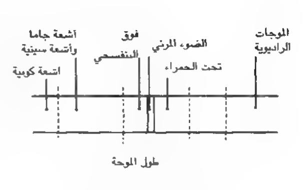
لايجاد طول موجة البنفسجي على سبيل المثال نعلم ان تردده يساوي 7.5×10^{14} هز، وعليه فان:

$$ل = \frac{3 \times 10^8}{7.5 \times 10^{14}} = 0.000,000,4 \text{ م}$$

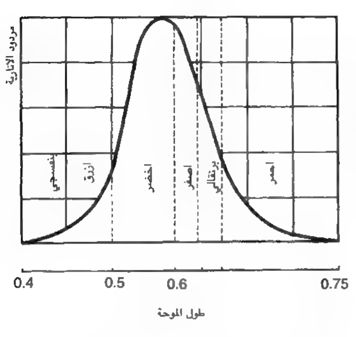
$$= 0.4 \text{ مكم}$$

عادة يتم التعبير عن طول الموجة بوحدة الميكرون حيث ان (1 ميكرون = 10^{-6} متر) او وحدة آنجستروم (آ) (حيث 1 آ = 10^{-10}). وهكذا فان طول موجة اللون البنفسجي من الممكن كتابته على النحو التالي: 0.4 ميكرون (او 4000 آ) آنجستروم.

يلاحظ من الشكل (6-12) ان الطيف الضوئي المرئي يحتل حيزاً ضئيلاً من مساحة



الشكل (6-12) – الطيف الاشعاعي.



الشكل (6-13) – منحنى استجابة العين البشرية.

طيف الاشعاع الكهرومغناطيسي. ان العين البشرية من شأنها ان لا تستجيب لاي شعاع ضوئي يكون طول موجته خارج نطاق 0.4 الى 0.75 ميكرون.

في الشكل (6-13) يلاحظ ان حساسية العين البشرية اكبر ما يمكن في المنطقة الوسطى من منحنى الاستجابة، اي في نطاق منطقة اللون الاخضر ومنطقة اللون الاصفر. وخارج هذا النطاق يبدأ المنحنى بالتذيل الى منطقتي الاشعة تحت الحمراء والاشعة فوق البنفسجية وكلاهما متواجدتان في ضوء النهار الطبيعي الى جانب انبعاثهما من بعض مصادر الضوء الاصطناعية. في الغالب تنتج المصابيح التوهجية اشعة تحت الحمراء مولدة بذلك تأثيراً حرارياً في حين تستخدم الاشعة فوق البنفسجية لتهييج المساحيق الفلورية في مصابيح التفريغ الفلورية.

قوانين الانارة

في ما يلي بعض المصطلحات ووحدات القياسات التي تستخدم على نطاق واسع في حسابات الانارة:

6 - حسابات التسخين والإنارة

المصطلح	وحدة القياس
ة الانارة "السطوع" (ش)	شمعة (شم) cd
خرج المصباح (فيض الانارة) (خ)	لومن (لم) lm
الاستضاءة (ض)	لكس (لك) lx
السطوع / انارية (سط)	نت (nt)

تعاريف

ش = شدة الانارة : قدرة الاستضاءة للمصدر الضوئي.

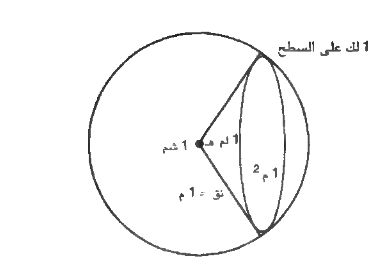
خ = خرج المصباح (فيض الانارة): تدفق الضوء مقاساً بوحدة اللومن.

ض = الاستضاءة: مقياس الضوء الساقط على سطح معين.

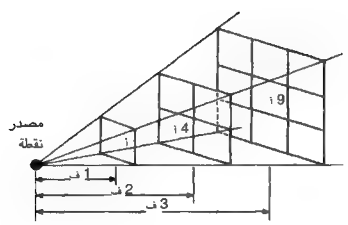
سط = السطوع: مقياس سطوع سطح معين.

يبين الشكل (6-14) معدل تدفق الضوء "اللومن" حيث يلاحظ نقطة تمثل مصدراً ضوئياً في مركز كرة نصف قطرها متر واحد (1 متر)، اذا كانت شدة السطوع للمصدر الضوئي شمعة واحدة عندها ينبعث فيض اناري مقداره لومن واحد على سطح مساحته متر مربع واحد معطياً بذلك استنارة مقدارها لكس واحد. ولأن مساحة سطح الكرة تساوي (4 ط نق^2) ولأن (نق) نصف قطرها يساوي متراً واحداً فان مقدار (4 ط) لومن سينبعث من كل شمعة.

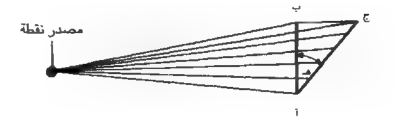
هناك قانونان اساسيان يتم استخدامهما في حسابات الانارة وهما قانون التربيع العكسي والقانون التجيبي. يبحث القانون الاول في حقيقة ان الانارة الساقطة على سطح معين بفعل مصدر ضوئي "نقطة اضاءة" تتناسب تناسباً عكسياً مع مربع المسافة العمودية بين المصدر والسطح. في حين يبحث القانون الثاني في الحالات التي لا يكون فيها السطح المنار متعامداً مع مسار او اتجاه الانارة حيث يميل عند زاوية معينة. ويبين الشكلان (6-15) و(6-16) مخططاً توضيحياً لكل من القانونين.



الشكل (6-14) – علاقات وحدات الانارة في زاوية مجسمة.



الشكل (6-15) – قانون التربيع العكسي.



الشكل (6-16) – القانون التجيبي.

6 – حسابات التسخين والإنارة

حسابات قانون التربيع العكسي

يعبر عن قانون التربيع العكسي بالمعادلة التالية:

$$ض = \frac{ش}{ف^2} \text{ لك} \qquad (2-6)$$

حيث ف تمثل المسافة بالامتار.

مثال 1

الانارة على سطح معين يقع مباشرة تحت نقطة المصدر تساوي 400 لك. اذا كانت المسافة بين السطح والمصدر 2 م. احسب شدة الانارة "السطوع" لمصدر الضوء.

من المعادلة (2-6)

$$ش = ض \times ف^2$$

$$= 400 \times 4$$

$$= 1600 \text{ شم}$$

في المثال اعلاه تم افتراض ان مصدر الضوء كان عبارة عن مصباح توهجي بوصف معين وليس انبوباً فلورياً مع مراعاة ان قانون التربيع العكسي لا ينطبق على الحالات التي يكون فيها مصدر الضوء خطياً.

مثال 2

يعطي مصباح توهجي ذو شدة انارة 100 شمعة في كل الاتجاهات فيضاً انارياً مقداره 40 لك على سطح منضدة في وضع متعامد معه واسفله.

أ– ما مقدار المسافة بين المصباح والمنضدة ؟

ب– ما قيمة الاستنارة على المنضدة اذا تم خفض المصباح مسافة مقدارها 0.58 م؟

الحل:

أ) حيث ان:

$$= \frac{ش}{ف} \text{ لك}$$

فان:

$$ف = \sqrt{ش / ض}$$

$$= \sqrt{100 / 40}$$

$$= 1.58 \text{ م}$$

ب) ف = 1 م

وبالتالي فان:

$$ض = \frac{100}{1} = 100 \text{ لك}$$

حساب القانون التجيبي

تبحث هذه الطريقة في انارة عند اية نقطة قد تكون فيها الانارة نتيجة لمصباح او اكثر او انعكاساً عن جدران او اسقف محيطة.

يعبر عن القانون التجيبي بالمعادلة الرياضية التالية:

$$ض = \frac{ش}{ف^2} \text{ جتا هـ لك} \qquad (3\text{-}6)$$

بما ان قياس المسافة ف امر صعب، فان الارتفاع العمودي ع تحت المصباح هو الذي يستخدم في الحسابات:

طالما ان:

$$ف = (\frac{ع}{جتا هـ})$$

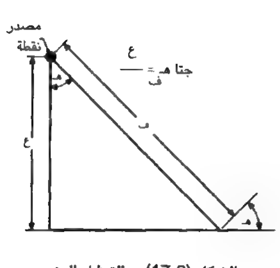
$$جتا هـ = (\frac{ع}{ف})$$

انظر الشكل (6-17) .

فان المعادلة (6-3) تصبح:

$$ض = \frac{ش \ جتا هـ}{(ع / جتا هـ)^2}$$

$$= \frac{ش \ جتا^3 هـ}{ع^2}$$



الشكل (6-17) – التمثيل الهندسي للقانون التجيبي.

مثال 3

مصباح توهجي معلق على ارتفاع 3 امتار من منضدة عمل ومزود بعاكس الانارة في كل الاتجاهات السفلى الافقية بشدة مقدارها 400 قنديلة. احسب الاستضاءة عند النقطة (أ) على سطح المنضدة تحت المصباح، وكذلك عند النقطة (ب) التي تبعد 4 امتار من النقطة (أ). الشكل (6-18).

المسألة من ناحية هندسية عبارة عن مثلث قائم الزاوية اضلاعه (3-4-5) ومن المعادلة (6-3) فان الاستنارة عند النقطة (أ) تعطى كما يلي:

الحل:

$$ض = \frac{ش}{ف^2}$$

$$= \frac{400}{9}$$

$$= 44.4 \text{ لك}$$

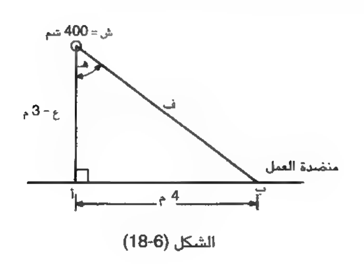
الاستنارة عند النقطة (ب) يمكن حسابها بتطبيق المعادلة (6-3) كما يلي:

$$ص = \frac{ش}{ف^2} \text{ جتا هـ لك}$$

وعليه فان:

$$ص = \left(\frac{400}{25}\right) \times 0.6$$

$$= 9.6 \text{ لك}$$



الشكل (6-18)

يمكن حساب ص بطريقة اخرى كما يلي:

$$\text{ض} = \frac{\text{ش}}{\text{ع}^2} \text{جتا}^3 \text{هـ لك}$$

$$= \frac{400}{9} \times (0.6)^3$$

$$= 9.6 \text{ لك}$$

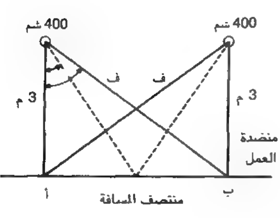
ملاحظة: تجب الملاحظة ان هذه الطريقة البديلة تأخذ بالاعتبار حساب $\frac{\text{ش}}{\text{ع}^2}$ وبالتالي فهي توفر الوقت.

مثال 4

في المثال السابق افترض انه قد تم تركيب مصباح توهجي آخر شدة سطوعه 400 قد مباشرة فوق النقطة (ب) وعلى ارتفاع مقداره 3 امتار، كم ستصبح الاستنارة عند النقطة (أ) والنقطة (ب). الشكل (6-19).

الحل:

في هذا المثال ان الاستنارة ستكون حاصل جمع الاستنارة من كلا المصباحين لأن النقطتين على الارتفاع نفسه ومعرضتان لمصدرين ضوئيين "مصباحين" بالشدة نفسها. في هذه الحالة فان النقطة (أ) ستستقبل الكمية نفسها من الضوء التي ستستقبلها النقطة (ب)،



الشكل (6-19) – شدات الانارة الشائعة.

وعليه فان:

الاستنارة عند النقطة (أ) =

$44.4 + 9.6 = 54$ لك

وعند النقطة (ب) = 54 لك

مثال 5

بالرجوع الى الشكل (6-19)، احسب الاستنارة في منتصف المسافة بين النقطة (أ) والنقطة (ب) على منضدة العمل.

هنا (ف) تساوي تقريباً 3.6 امتار وجتا هـ = 0.83

وحيث ان: $ض = \frac{ش}{ف^2}$ جتا هـ

وبالتالي فان: $ض = (\frac{400}{3.6^2}) \times 0.83$

= 25.7 لك

وبما أنه يوجد مصباحان يشعان عند هذه النقطة، فان الاستنارة = 51.4 لك

تمرين 6

1 - ارسم مع مراعاة الدقة والترتيب مخطط الدارة لوحدة استهلاك منزلي تشتمل على امكانية التزود لاربع وعشرين ساعة ، ووفقاً للتزويد الليلي الاقتصادي 7 يجب ان تشتمل الدارة على ما يلي:

(أ) لوحة توزيع تشتمل على مقياسين للطاقة المستهلكة وساعة توقيت وملماس.

(ب) وحدات استهلاك منفصلة للظروف اعلاه.

2- ارسم مع مراعاة الدقة والترتيب والتعليم دارة مشع مخزن واشرح كيف تنتقل الحرارة الى الغرفة.

3- مسخن ماء مقرره 1كو/240 ف يحتوي على 20 ليتراً من الماء. احسب الزمن الذي يستغرقه المسخن لرفع درجة حرارة الماء من 20°س الى 100°س اذا كان مردوده 80% وسعة الحرارة النوعية للماء 4.2 كج/كغ °س.

4 - (أ) اشرح كيفية انتقال الحرارة بواسطة الحمل.

(ب) ارسم مخططاً لنوعين من انواع المسخنات الحملية التالية واشرح بايجاز آلية عملهما:

i- المشع المملوء بالزيت.

ii- المسخن المتساطح.

iii- المسخن الانبوبي.

5- احسب مردود مسخن ماء موصول الى مصدر 240 فلط ويسحب تياراً شدته 2.6 أ. اذاكان وزن الماء الذي يحمله 7.2 كغ ويحتاج الى 50 دقيقة لرفع درجة حرارته من 16°س الى 76°س.

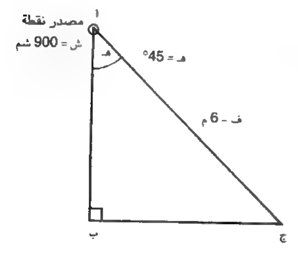
6- استناداً الى الشكل (6-20)، احسب الاستنارة عند كل من النقطتين (ب) و(ج).

7- تم ترتيب وضعية مصباحين توهجيين على منضدة مقياس ضوء كما هو مبين في الشكل (6-21). وقد تم تثبيت رأس مقياس الضوء المتحرك بشاشة مزدوجة الجانب بيضاء بحيث يستقبل الجانب المقابل للمصباح الذي شدة سطوعه تبلغ 66 شمعة استنارة مقدارها 26 لك في حين يستقبل الجانب الآخر 67 لك.

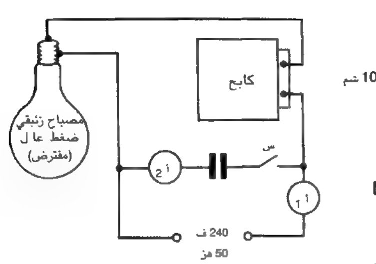
أوجد:

أ) المسافة التي تفصل كلاً من المصباحين عن الشاشة.

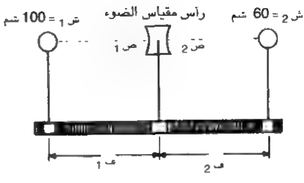
ب) الاستنارة عند كل جانب من جوانب الشاشة عند وضعها في منتصف المسافة بين المصباحين.



الشكل (6-20) – تطبيقات قوانين الانارة.



الشكل (6-22) – دارة مصباح تفريغ زئبقي ضغط عال.



الشكل (6-21) – منضدة مقياس الضوء.

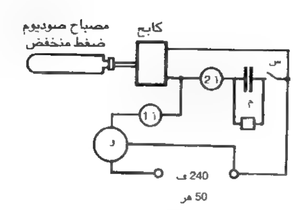
8- لقد تم استخدام عدد من مصابيح التفريغ الزئبقية لانارة موقف للسيارات قدرة كل منها 400 و؟

(أ) i- لماذا يفضل استخدام هذا النوع من المصابيح ويعتبر اكثر ملاءمة للانارة الخارجية على استخدام المصابيح التوهجية ذات قدرة 500و.

ii- اذكر واحدة من سلبيات التشغيل لهذا النوع من المصابيح.

iii- لماذا تزيد القدرة الكلية لكل وحدة انارة زئبقية من هذا النوع عن 400و؟

(ب) تم فحص احد المصابيح، كما هو مبين في الشكل (6-22)، الذي كان مضاءً وبسطوع كامل وكان المفتاح س مفتوحاً. فوجد أن $أ_1$ تقرأ 3.5 أ، وأن $أ_2$ تقرأ صفراً. مع اغلاق المفتاح س اصبحت $أ_2$ تقرأ 1.6 أ . اذا علمت ان القدرة في كل حالة كانت 440و، ارسم المخطط المتجهي بمقياس رسم 1 أ = 2 سم، ومن ذلك المخطط احسب شدة التيار المار في $أ_1$ مع اغلاق المفتاح س.



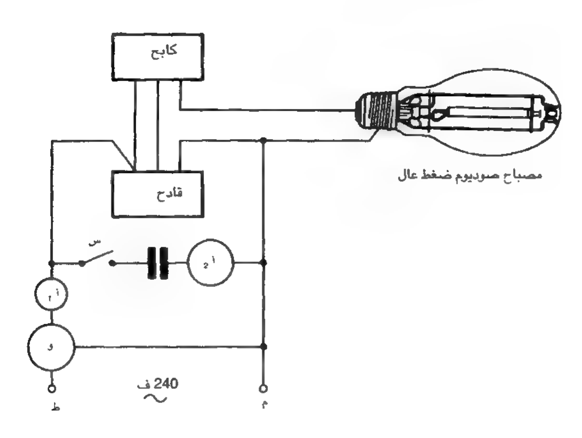
الشكل (6-23) – مصباح تفريغ صوديوم ضغط منخفض SOX.

9- (أ) يبين الشكل (6-23) توصيلات مصباح تفريغي صوديوم ضغط منخفض (SOX). في حالة السطوع الكامل وانفتاح المفتاح س، فإن مقياس الأمبير أ$_1$ يقرأ 1.2 أ في حين يقرأ مقياس الواط 68و.. عند اغلاق المفتاح س فإن أ$_1$ يقرأ 0.35 أ في حين تبقى قراءة مقياس الواط على حالها، فيما مقياس الأمبير أ$_2$ يقرأ 1 أ . ارسم المخطط المتجهي للدارة في الحالتين، اي عندما يكون المفتاح س مفتوحاً وعندما يكون مغلقاً.

(ب) اذا اشع المصباح 5500 لم وكانت فواقد الكابح 13و. احسب مردود المصباح فقط.

(ج) ما وظيفة المقاومة المتصلة على التوازي مع المواسع "المكثف"؟

د) اذكر اثنين من احتياطات السلامة الواجب مراعاتها عند اتلاف مصابيح الصوديوم.



الشكل (24-6) دارة مصباح تفريغ صوديوم ضغط عال SON.

10- يبين الشكل (24-6) توصيلات مصباح تفريغي صوديوم ضغط عال (SON) مع انفتاح المفتاح س فإن مقياس الأمبير أ$_1$ يقرأ 5 أ، ومقياس الواط يقرأ 420و. باغلاق س فإن أ$_2$ يقرأ 2.2 أ فيما أ$_1$ يقرأ 3 أ، وتظل قراءة مقياس الواط على حالها اي 420 و.

(أ) ارسم المخطط المتجه للدارة بمقياس رسم 1 أ = 2 سم

(ب) اذا اشع المصباح 44000 لم وكانت فواقد الدارة 20و، فكم يكون مردود المصباح ؟

Illuminance	استضاءة
Buzzer	ازاز
Leads	اسلاك توصيل
Warning sign	اشارة تحذيرية
Plumbing	اشغال صحية، سباكة
Device	اداة، جهاز
Lighting	اضاءة، انارة
Lacquer	اللك، طلاء اللك
Termination	انهاء
Vibration	اهتزاز
Mechanical linkage	اوصال ميكانيكية
Ion	إيون
Eliminator	بديل للبطارية
Spoke	برمق
Cord	بريم، حبل شريط
Ionization	تأين
Armour	تسليح
Infrared	تحت الحمراء
Induction	تحريض
Electromagnetic induction	تحريض "حث" كهرومغناطيسي
Corrosion	تآكل
Grounding	تأريض
Frequency	تردد/ذبذبة
Radio frequency	تردد راديوي

Rating	تقدير، استطاعة
Installation	تمديدات/تركيبات
Ventilation	تهوية
Harmonic	توافقي
Eddy current	تيار دوامي
Residual current	تيار متبق
Gap	ثغرة
Joist	جائز
Gland	جلبة
Apparatus	جهاز
Appliance	جهاز كهربائي منزلي
Luminaire	جهاز، وحدة انارة
Bulb	حبابة
Barrier	حاجز
Grain	حبيبة
Gasket	حشية
Cam	حدبة
Thermal	حراري
Spiral	حلزوني
Nipple	حلمة
Inductive load	حمل تحريضي
Choke	خانق
Cartridge	خرطوشي
Line	خط

Clearance	خلوص
Photo cell	خلية ضوئية
Ambient temperature	درجة حرارة المحيط
Compact	رخم، مدمج
Humidity	رطوبة
Moisture	رطوبة
Graphical symbols	رموز تخطيطية
Plier	زرادية
Oil	زيت
Luminance	سطوع، نصوع
Rail	سكة
Spur	سن، مهماز
Grease	شحم
Strands	شعيرات مجدولة
Filament	شعيرة
Candela	شمعة
Nut	صامولة
Joint box	صندوق وصل
Junction box	صندوق وصلات
Fuse	صهيرة
Compressor	ضاغط

Noise	ضجيج
Pressure	ضغط
Light	ضوء
Flood light	ضوء غامر
Dead end	طرف هامد/ميت
Spectrum	طيف
Chuck	ظرف
Lever	عتلة، مخل
Isolator	عازل
Obstacle	عائق
Girder	عارضة
Insulation	عزل
Double insulation	عزل مزدوج
Terminal box	علبة مرابط
Heating element	عنصر تسخين
Enclosure	غلاف
Circuit breaker	فاصم دارة
Mushroom	فطريات
Voltage	فلطية
Ultraviolet	فوق البنفسجي
Plug	قابس
Coupling	قارنة

Gang switch	قاطع جماعي
Clamp	قامط
Disc	قرص
Busbar	قضيب توزيع
Pole	قطب
Industrial	قطاعي/صناعي
Core	قلب
Cap	قلنسوة، كبسولة، قاعدة حبابة
Arc	قوس
Pushbutton	كبسة، زر تشغيل
Chunk	كتلة
Plastering	كسوة، تجصيص
Quartz	كوارتز
Accessories	لاحقة، مساعدة، اضافية
Sprag	لجام عجلة
Distribution board	لوحة توزيع
Terminal board	لوحة مرابط
Switchboard	لوحة مفاتيح، توزيع
Armature	متحرّض "عضو الانتاج"
Face plate	مستو
Level	مستوى
Commutator	مبدل/عضو التوحيد
Heater	مسخن كهربائي
Thermocouple	مزدوجة حرارية
Duct	مسرى، مجرى، قناة

Electrode	مسرى/قطب
Ground electrode	مسرى "قطب" تأريض
Brush	مسفرة، فرشاة
Cable duct	مسلك الكبلات
Bolt	مسمار ملولب/رتاج
Lamp	مصباح
Ring main	مصدر تزويد حلقي
Rising main	مصدر تزويد صاعد
Anode	مصعد
Elevator	مصعد
Pin	مشك
Trunking	مجاري صندوقية
Cable run	مجرى الكبل
Conduit	مجرى انبوبي
Inductance	محارضة، تحريضية
Dimmer	مخفات
Underground	مدفون، تحت الارض
Transformer	محول
Cleats	مرابط
Filter	مرشح
Efficiency	مردود
Jack	مرفاع
Switchgear	مضابط
Pump	مضخة
Adiabatic equation	معادلة كظمية
Impedance	معاوقة
Range calibration	معايرة المدى
Equipment	معدات

Metal	معدن، فلز
Mineral	معدني
Strip pen	معرية
Hanging	معلق
Magnetic	مغناطيسي
Key	مفتاح
Switch	مفتاح
Spanner	مفتاح ربط
Socket	مقبس، مأخذ
Handle	مقبض
Rectifier	مقوم
Ohmmeter	مقياس الاوم
Range scale	مقياس المدى
Wattmeter	مقياس الواط
Integrated meter	مقياس تكاملي
Coil	ملف، وشيعة
Contactor	ملماس
Conductance	مناقلة
Thermostat	منظم حراري
Zone	منطقة
Alternator	منوب، مولد ترددي
Cathode	مهبط
Adapter	مهايئ
Capacitor	مواسع، مكثف
Capacitance	مواسعة
Bonded	موثق
Waveform	موجي
Generator	مولد

Spring	نابض
Conductor	ناقل
Conductive	ناقلي
Conductivity	ناقلية
Blade	نصلة، شفرة
Halogen	هالوجين
Dimple	هزمي
Means	وسائل
Interlock	واشجة
Connector	واصل/موصل
Capacitive	وسعي
Label	وسم
Link	وصلة
Inductor	وشيعة، ملف
Consumer unit	وحدة مستهلك
Glow	وهج

Accessories	لاحقة، مساعدة، اضافية
Adapter	مهايئ
Adiabatic equation	معادلة كظمية
Alternator	منوب، مولد حراري
Ambient temperature	درجة حرارة المحيط
Anode	مصعد
Apparatus	جهاز
Appliance	جهاز كهربائي منزلي
Arc	قوس
Armature	متحرض "عضو الانتاج"
Armour	تسليح
Barrier	حاجز
Blade	نصلة، شفرة
Bolt	مسمار ملولب/رتاج
Bonded	موثق
Brush	مسفرة، فرشاة
Bulb	حبابة
Busbar	قضيب توزيع
Buzzer	ازاز
Cable duct	مسلك الكبلات
Cable run	مجرى الكبل
Cam	حدبة
Candela	شمعة
Cap	قلنسوة، كبسولة، قاعدة حبابة
Capacitance	مواسعة
Capacitive	وسعي

Capacitor	مواسع، مكثف
Cartridge	خرطوشي
Cathode	مهبط
Choke	خانق
Chuck	ظرف
Chunk	كتلة
Circuit breaker	فاصم دارة
Clamp	قامط
Clearance	خلوص
Cleats	مرابط
Coil	ملف، وشيعة
Commutator	مبدل/عضو التوحيد
Compact	رخم، مدمج
Compressor	ضاغط
Conductance	مناقلة
Conductive	ناقلي
Conductivity	ناقلية
Conductor	ناقل
Conduit	مجرى انبوبي
Connector	واصل/موصل
Consumer unit	وحدة مستهلك
Contactor	ملماس
Cord	بريم، حبل شريط
Core	قلب
Corrosion	تآكل
Coupling	قارنة
Dead end	طرف هامد/ميت

Device	اداة، جهاز
Dimmer	مخفات
Dimple	هزمي
Disc	قرص
Distribution board	لوحة توزيع
Double insulation	عزل مزدوج
Duct	مسرى، مجرى، قناة
Eddy current	تيار دوامي
Efficiency	مردود
Electrode	مسرى/قطب
Electromagnetic induction	تحريض "حث" كهرومغناطيسي
Elevator	مصعد
Eliminator	بديل للبطارية
Enclosure	غلاف
Equipment	معدات
Face plate	مستو
Filament	شعيرة
Filter	مرشح
Flood light	ضوء غامر
Frequency	تردد/ذبذبة
Fuse	صهيرة
Gang switch	قاطع جماعي
Gap	ثغرة
Gasket	حشية
Generator	مولد

Girder	عارضة
Gland	جلبة
Glow	وهج
Grain	حبيبة
Graphical symbols	رموز تخطيطية
Grease	شحم
Ground electrode	مسرى "قطب" تأريض
Grounding	تأريض
Halogen	هالوجين
Handle	مقبض
Hanging	معلق
Harmonic	توافقي
Heater	مسخن كهربائي
Heating element	عنصر تسخين
Humidity	رطوبة
Illuminance	استضاءة
Impedance	معاوقة
Inductance	محارضة، تحريضية
Induction	تحريض
Inductive load	حمل تحريضي
Inductor	وشيعة، ملف
Industrial	قطاعي/صناعي
Infrared	تحت الحمراء
Installation	تمديدات/تركيبات
Insulation	عزل
Integrated meter	مقياس تكاملي

Interlock	واشجة
Ion	إيون
Ionization	تأين
Isolation	عزل
Isolator	عازل
Jack	مرفاع
Joint box	صندوق وصل
Joist	جائز
Junction box	صندوق وصلات
Key	مفتاح
Label	وسم
Lacquer	اللك، طلاء اللك
Lamp	مصباح
Leads	اسلاك توصيل
Level	مستوى
Lever	عتلة، مخل
Light	ضوء
Lighting	اضاءة، انارة
Line	خط
Link	وصلة
Luminaire	جهاز، وحدة انارة
Luminance	سطوع، نصوع
Machine	آلة
Magnetic	مغناطيسي

Means	وسائل
Mechanical linkage	اوصال ميكانيكية
Metal	معدن، فلز
Mineral	معدني
Moisture	رطوبة
Mushroom	فطريات
Nipple	حلمة
Noise	ضجيج
Nut	صامولة
Obstacle	عائق
Ohmmeter	مقياس الاوم
Oil	زيت
Photo cell	خلية ضوئية
Pin	مشك
Plastering	كسوة، تجصيص
Pliers	زرادية
Plug	قابس
Plumbing	اشغال صحية، سباكة
Pole	قطب
Pressure	ضغط
Pump	مضخة
Pushbutton	كبسة، زر تشغيل
Quartz	كوارتز

Radio frequency	تردد راديوي
Rail	سكة
Range calibration	معايرة المدى
Range scale	مقياس المدى
Rating	تقدير، استطاعة
Rectifier	مقوم
Relay	مرحل
Residual current	تيار متبق
Ring main	مصدر تزويد حلقي
Rising main	مصدر تزويد صاعد
Socket	مقبس، مأخذ
Spanner	مفتاح ربط
Spectrum	طيف
Spiral	حلزوني
Spoke	برمق
Sprag	لجام عجلة
Spring	نابض
Spur	سن، مهماز
Strands	شعيرات مجدولة، جديلات
Strip pen	معرية
Switch	مفتاح
Switchboard	لوحة مفاتيح، توزيع
Switchgear	مضابط
Terminal board	لوحة مرابط
Terminal box	علبة مرابط
Termination	انهاء

Thermal	حراري
Thermocouple	مزدوجة حرارية
Thermostat	منظم حراري
Transformer	محول
Trunking	مجاري صندوقية
Ultraviolet	فوق البنفسجي
Underground	مدفون، تحت الارض
Ventilation	تهوية
Vibration	اهتزاز
Voltage	فلطية
Warning sign	اشارة تحذيرية
Wattmeter	مقياس الواط
Waveform	موجي
Zone	منطقة

Printed in Italy - 1993



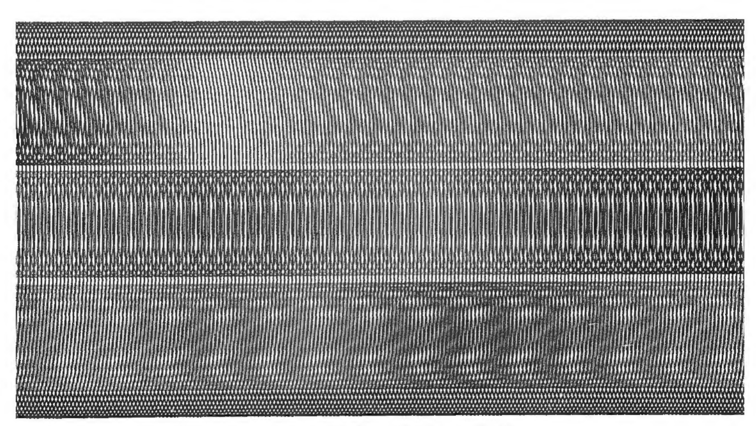
تقنيات التمديدات الكهربائية

هذا المجلد

هو الكتاب الأول في سلسلة كتب تقدم علم «التمديدات الكهربائية»، ويهدف الى تقديم تقنية التمديدات والتركيبات الكهربائية لطلاب الثانويات الفنية والمهندسين والمهتمين بهذه التقنية.

يحتوي الكتاب على ستة فصول تشرح المواضيع التالية: التعريفات والرموز التخطيطية المفيدة. الصحة والسلامة في مجال العمل. وثائق المقاولة والمواصفات والمتغيرات وتنظيم موقع العمل، والحاجة إلى تعبئة الوثائق المتنوعة كتقارير العمل اليومية والمخططات الزمنية ووصف أنواع الرسومات المختلفة. المصادر المختلفة لتزويد المستهلك بالكهرباء وترتيبات التأريض ووسائل الحماية لنظم التمديدات الكهربائية المختلفة مع شرح آلية عمل أجهزة الحماية. المتطلبات المتعلقة بالدراسات النهائية، وطرق عزل الدارات الكهربائية، وتصنيف الأنواع المختلفة للمصابيح الشائعة الاستخدام وكيفية تشغيلها، والعوامل ذات العلاقة باختيار المحركات الكهربائية وطرق إقلاعها. الطرق الشائعة في التدفئة وتسخين المياه كهربائياً وحسابات أحمالها، وقوانين الاستضاءة والحسابات المتعلقة بها.

جميع هذه المواضيع تعرض في تسلسل يضمن للقارئ الحصول على المعلومات في سهولة ويسر من خلال الشرح المبسط والأمثلة التوضيحية والصور والرسومات التفصيلية. وفي نهاية كل فصل عدد من التمارين المختارة تمكّن الطالب من قياس درجة استيعابه ذاتياً للمادة. كما يتضمن الكتاب معجماً للمصطلحات الفنية العربية وآخر للأنكليزية المتعلقة بالموضوع، وذلك لتمكين الدّارس من متابعة وفهم النشرات الفنية والتقنية المتخصصة في مجال التمديدات الكهربائية.



تنفيذ: دار المختار للطباعة والنشر - قبرص
بالأشتراك مع
شركة تكنوفيزيون المحدودة - لندن